

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue  
et  
Université de Sherbrooke

**EFFET DE L'ÂGE SUR LES MÉCANISMES ENDOGÈNES D'INHIBITION  
DE LA DOULEUR**

Marianne Larivière

Département des Sciences de la santé  
Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Mémoire présenté au Département des Sciences de la santé de l'Université du Québec  
en Abitibi-Témiscamingue et à la Faculté de médecine de l'Université de Sherbrooke  
en vue de l'obtention du grade de maître ès sciences (M.Sc.) en sciences cliniques

Novembre 2005





**Cégep** de l'Abitibi-Témiscamingue  
**Université** du Québec en Abitibi-Témiscamingue

### **Mise en garde**

La bibliothèque du Cégep de l'Abitibi-Témiscamingue et de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue a obtenu l'autorisation de l'auteur de ce document afin de diffuser, dans un but non lucratif, une copie de son œuvre dans Depositum, site d'archives numériques, gratuit et accessible à tous.

L'auteur conserve néanmoins ses droits de propriété intellectuelle, dont son droit d'auteur, sur cette œuvre. Il est donc interdit de reproduire ou de publier en totalité ou en partie ce document sans l'autorisation de l'auteur.

## MEMBRES DU JURY DANS L'ÉVALUATION DU PRÉSENT MÉMOIRE

**Nancy Julien, Ph.D. (candidate)**

Superviseure à la maîtrise en sciences cliniques

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Département des sciences de la santé

445, boul. de l'Université

Rouyn-Noranda, Québec J9X 5E4

(819) 762-0971 ext. 2591

**Serge Marchand, Ph.D.**

Co-superviseur à la maîtrise en sciences cliniques

Chaire en douleur et réadaptation UQAT-UdeS

Université de Sherbrooke

Faculté de médecine

Département de chirurgie, service de neurochirurgie

3001, 12<sup>e</sup> avenue nord

Sherbrooke, Québec J1H 5N4

(819) 346-1110 ext. 15889

**Jacques Bernier, Ph.D. (candidat)**

Évaluateur interne du Département des sciences de la santé de l'UQAT

Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue

Département des sciences de la santé

445, boul. de l'Université

Rouyn-Noranda, Québec J9X 5E4

(819) 762-0971 ext. 2449

**Philippe Sarret, Ph.D.**

Évaluateur externe du programme et de l'UQAT

Université de Sherbrooke

Faculté de médecine

Département de physiologie et biophysique

3001, 12<sup>e</sup> avenue nord

Sherbrooke, Québec J1H 5N4

(819) 820-6868 ext. 12554

## TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES ILLUSTRATIONS .....	iv
LISTE DES ABRÉVIATIONS.....	vii
INTRODUCTION.....	1
1. Douleur clinique chez les personnes âgées.....	1
1.1. Épidémiologie de la douleur chez les personnes âgées.....	2
1.2. Milieu hospitalier, personnes âgées et douleur.....	2
1.3. Impact de la douleur chez les personnes âgées.....	3
2. Douleur expérimentale et vieillissement.....	3
2.1. Douleur expérimentale chez l'animal.....	3
2.2. Douleur expérimentale chez les personnes âgées.....	4
2.2.1. Seuil de douleur.....	5
2.2.2. Seuil de tolérance à la douleur.....	7
2.2.3. Seuil de douleur et seuil de tolérance – sommaire.....	8
2.2.4. Intégrité fonctionnelle des mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur et vieillissement.....	9
3. Aspects démographiques du vieillissement.....	11
3.1 Avancement en âge des baby-boomers.....	12
3.2 Augmentation de l'espérance de vie.....	13
4. La douleur.....	14
4.1. Nocicepteurs.....	16
4.2. Fibres.....	18
4.3. Afférences.....	20
4.4. Moelle épinière.....	21
4.4.1. Neurone présynaptique : nocicepteur primaire.....	22
4.4.2. Neurone postsynaptique : nocicepteur secondaire.....	22
4.5. Voies ascendantes.....	23
4.5.1 Voie spinothalamique.....	23
4.5.2 Voie spinoréticulaire.....	24

4.5.3 Voie spinomésencéphalique	24
4.5.4 Voies nouvellement décrites	25
4.6. Mécanismes endogènes de contrôle de la douleur	26
4.6.1. Niveau spinal	27
4.6.2. Niveau du tronc cérébral	29
4.6.3. Niveau cortical	32
4.7. Douleur – conclusion	34
5. Attentes des participants	34
6. Impression de réduction/augmentation de la douleur	36
7. Douleur et vieillissement – conclusion	37
8. Objectif de la recherche	38
9. Formulation des hypothèses	38
MATÉRIEL ET MÉTHODES	39
1. Participants	39
2. Matériel	41
2.1. Questionnaire sociodémographique	41
2.2. Mini-Mental State Examination	41
2.3. Thermode	42
2.4. Échelles pour mesurer les perceptions de chaleur et de douleur	42
2.5. Bassin d'eau froide	43
2.6. Échelle d'évaluation des attentes	44
2.7. Échelle d'évaluation de l'impression de réduction/augmentation de la douleur	45
3. Déroulement	46
4. Analyse des données	49
4.1. Participants	49
4.2. Stimulation hétérotopique	49
4.3. Seuil de douleur thermique	49
4.4. Analgésie et seuil de douleur thermique	50
4.5. Perception thermique nociceptive et non nociceptive	50

4.6. Analgésie et perception thermique.....	51
4.7. Attentes et impression de réduction/augmentation de la douleur .....	52
RÉSULTATS .....	53
1. Participants .....	53
2. Stimulation hétérotopique.....	53
3. Seuil de douleur thermique.....	54
4. Perception thermique nociceptive et non nociceptive .....	58
4.1. Intensité.....	58
4.2. Aspect désagréable.....	62
4.3. Variable « sexe ».....	62
5. Attentes, impression de réduction de la douleur, âge et réponse analgésique.....	63
DISCUSSIONS ET CONCLUSION.....	69
1. Amplitude du recrutement des CIDN .....	69
1.1. CIDN et seuil de douleur thermique.....	69
1.2. CIDN et perception thermique .....	73
2. Seuil de douleur thermique.....	76
3. Perception thermique nociceptive et non nociceptive .....	78
3.1. Intensité.....	78
3.2. Aspect désagréable.....	79
4. Perception de la douleur et âge – conclusion .....	80
5. Attentes et impression de réduction de la douleur.....	81
6. Suggestion .....	85
REMERCIEMENTS.....	86
RÉFÉRENCES.....	88
APPENDICE A	
QUESTIONNAIRE SOCIODÉMOGRAPHIE.....	97
APPENDICE B	
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT .....	102
APPENDICE C	
TABLEAUX DES RÉSULTATS.....	106

## LISTE DES ILLUSTRATIONS

### Liste des tableaux

<b>Tableau 1 :</b> Recherches expérimentales : âge et seuil de douleur .....	6
<b>Tableau 2 :</b> Recherches expérimentales : âge et seuil de tolérance .....	8
<b>Tableau 3 :</b> Recherches expérimentales : âge et recrutement des CIDN .....	11
<b>Tableau 4 :</b> Fibres nerveuses impliquées dans la perception somesthésique douloureuse et non-douloureuse.....	20
<b>Tableau 5 :</b> Programmes utilisés avec la thermode .....	47
<b>Tableau 6 :</b> Perception de la douleur thermique lors de l'immersion .....	54
<b>Tableau 7 :</b> Tests t pour comparer la différence entre les seuils de douleur thermique « avant-pendant », « avant-après » et « pendant-après » l'immersion, tout âge et toute température confondus .....	107
<b>Tableau 8 :</b> Moyennes des seuils de douleur thermique des jeunes adultes, adultes d'âge mûr et personnes âgées avant, pendant et après l'immersion .....	55
<b>Tableau 9 :</b> Tests t pour comparer les seuils de douleur thermique des jeunes adultes et des adultes d'âge mûr et personnes âgées (combinés) avant, pendant et après l'immersion de la main dans l'eau froide.....	107
<b>Tableau 10 :</b> EVA pour les trois groupes d'âge aux quatre températures, tout moment confondu .....	58
<b>Tableau 11 :</b> Tests t pour comparer la valeur des EVA de la perception thermique des jeunes adultes avec celles des adultes d'âge mûr et des personnes âgées (combinée) .....	108
<b>Tableau 12 :</b> Analyses de variance pour les différentes températures, avant-pendant et avant-après .....	108
<b>Tableau 13 :</b> Tests t pour l'intensité moyenne de la perception thermique, toutes températures confondues .....	109
<b>Tableau 14 :</b> Moyenne des EVA aux quatre températures, tout âge confondu .....	62
<b>Tableau 15 :</b> Tests t pour l'intensité moyenne de la perception thermique.....	109

## Liste des figures

<b>Figure 1 :</b> Dispersion des tranches d'âge au Québec en 2001 et prévisions pour 2051 .....	12
<b>Figure 2 :</b> Augmentation de l'espérance de vie à 20 ans pour les générations nées entre 1920 et 1992, selon le sexe .....	13
<b>Figure 3 :</b> Modèle circulaire de la douleur illustrant les composantes de la douleur et leurs interrelations .....	15
<b>Figure 4 :</b> Soupe périphérique .....	18
<b>Figure 5 :</b> Principaux récepteurs cutanés .....	19
<b>Figure 6 :</b> Trajet de l'influx nociceptif de la périphérie à la moelle épinière .....	21
<b>Figure 7 :</b> Division cyto-architectonique de la moelle épinière selon REXED .....	23
<b>Figure 8 :</b> Voie spinothalamique et voie spinoréticulaire .....	25
<b>Figure 9 :</b> Représentation schématique des voies nouvellement décrites .....	26
<b>Figure 10 :</b> Représentation schématique de la théorie originale du portillon de Melzack et Wall .....	28
<b>Figure 11 :</b> Modèle modifié de la théorie du portillon .....	28
<b>Figure 12 :</b> Représentation schématique des CIDN .....	31
<b>Figure 13 :</b> Activations corticales après l'application d'une stimulation nociceptive .....	33
<b>Figure 14 :</b> Échelle d'évaluation des attentes et de l'impression de réduction/augmentation de la douleur .....	45
<b>Figure 15 :</b> Représentation schématique de la procédure expérimentale .....	49
<b>Figure 16 :</b> Valeurs moyennes du seuil de douleur thermique en fonction du moment et du groupe d'âge .....	55
<b>Figure 17 :</b> Seuils de douleur thermique « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion pour les trois groupes d'âge mis sous forme de proportions .....	57



<b>Figure 18 :</b> Différence entre les seuils de douleur « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion.....	57
<b>Figure 19 :</b> Comparaison entre les EVA avant et pendant l'immersion mises sous forme de proportions.....	60
<b>Figure 20 :</b> Différence entre les perceptions thermiques avant et pendant l'immersion aux quatre températures pour les trois groupes d'âge.....	61
<b>Figure 21 :</b> Valeur de la taille de l'effet aux quatre températures.....	61
<b>Figure 22 :</b> Relation entre l'avancement en âge et l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs.....	64
<b>Figure 23 :</b> Relation entre l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs et la formulation d'attentes .....	65
<b>Figure 24 :</b> Relation entre l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs et l'impression de réduction de la douleur .....	65
<b>Figure 25 :</b> Relation entre l'avancement en âge et la formulation d'attentes .....	66
<b>Figure 26 :</b> Relation entre l'avancement en âge et l'impression de réduction de la douleur .....	67
<b>Figure 27 :</b> Relation entre les attentes et l'impression de réduction de la douleur....	68

## LISTE DES ABRÉVIATIONS

- CHSLD : Centre hospitalier de soins de longue durée  
CIDN : contrôles inhibiteurs diffus induits par stimulations nociceptives  
cm : centimètre  
EVA : échelle visuelle analogique  
GABA : *gamma-aminobutyric acid*  
IASP : *international association for the study of pain*  
IRMf : imagerie par résonance magnétique fonctionnelle  
min : minute  
MMSE : *mini-mental state examination*  
PA : personne âgée  
prog. : programme utilisé avec la thermode  
RIII : réflexe nociceptif (nerf sural)  
s : seconde  
SGPA : substance grise péri-aquéducule  
SI : cortex somatosensoriel primaire  
SII : cortex somatosensoriel secondaire  
SNC : système nerveux central  
TENS : stimulation nerveuse électrique transcutanée  
TEP : tomographie par émission de positons  
T1 : température 1 (idem pour T2, T3 et T4)

## RÉSUMÉ

Deux études ont démontré que l'ampleur du recrutement des contrôles inhibiteurs diffus induits par stimulations nociceptives (CIDN) est moins importante chez les personnes âgées que chez les jeunes adultes (Edwards, Fillingim et Ness, 2003a; Washington, Gibson et Helme, 2000). Le but du présent projet était de reproduire ces résultats en intégrant un autre groupe d'âge (adultes d'âge mûr) et en étudiant le rôle des attentes et de l'impression de réduction de la douleur dans le recrutement des CIDN. Trois groupes de participants sains ont été comparés : 20 jeunes adultes (20-35 ans), 20 adultes d'âge mûr (40-55 ans) et 20 personnes âgées (60-75 ans). Leur seuil de douleur thermique a été évalué à l'aide d'une thermode appliquée sur le mollet avant, pendant et après l'immersion de la main dans un bassin d'eau froide (7 °C). La perception thermique nociceptive et non nociceptive était évaluée à l'aide d'échelles visuelles analogiques (EVA). Nos résultats indiquent que l'amplitude du recrutement des CIDN, telle qu'évaluée par la différence entre les seuils de douleur thermique avant et pendant une stimulation hétérotopique, est significativement inférieure à partir de l'âge mûr ( $p < 0.001$ ) et est plus importante lorsque l'intensité des stimulations se situe près du seuil de douleur ( $p < 0.001$ ). De plus, le seuil de douleur thermique augmente avec l'âge ( $p < 0.0001$ ), mais un plateau est atteint à l'âge mûr. De la même façon, la perception thermique diminue avec l'âge et atteint un plateau à l'âge mûr ( $p = 0.009$ ). L'impression de réduction de la douleur est corrélée de façon plus importante au recrutement des CIDN que les attentes, mais les deux facteurs en modulent l'amplitude. Finalement, bien que la plupart des études portant sur la perception de la douleur indiquent un déclin à un âge avancé, il semble que les changements les plus significatifs quant au recrutement des CIDN, au seuil de douleur thermique et à la perception thermique se produisent à l'âge mûr.

Mots clés : douleur, modulation de la douleur, vieillissement, mécanismes endogènes, attentes

Jusqu'à tout récemment, seulement 1 % des études recensées dans la base de données *Medline* portait sur la douleur ressentie par les personnes âgées (Melding, 1991). Plusieurs raisons expliquent ce faible pourcentage, la plus importante étant que la douleur est un phénomène complexe, et que cette complexité augmente chez les personnes âgées en raison de l'obscur relation entre avancement en âge, douleur et maladie (Harkins, 1996). Depuis, l'explosion démographique récente de la tranche d'âge des personnes âgées a stimulé l'intérêt de nombreux chercheurs.

La fréquence de plaintes de douleurs persistantes semble être plus élevée chez les personnes âgées que dans la population générale (Crook, Rideout et Brown, 1984). Bien que les causes primaires de cette augmentation de la prévalence de douleurs chroniques soient connues (vieillessement, dégénérescence de l'appareil musculo-squelettique), certains chercheurs ont proposé que cette sur-représentation pourrait aussi être reliée au déclin d'un mécanisme endogène de contrôle de la douleur : les *contrôles inhibiteurs diffus induits par stimulations nociceptives* (CIDN) (Edwards, Fillingim et Ness, 2003a; Washington, Gibson et Helme, 2000). Cette théorie est à la base de la présente étude mais, avant d'aller plus loin, l'augmentation de la prévalence de douleurs chroniques chez les personnes âgées sera mise en évidence.

### **1. Douleur clinique chez les personnes âgées**

Il n'est pas étonnant de constater que les personnes âgées soient sur-représentées dans les données épidémiologiques sur la douleur puisqu'elles subissent une dégénérescence musculo-squelettique progressive, causant d'importantes douleurs au niveau des articulations, du cou, des membres supérieurs et inférieurs (Gibson et Helme, 1995). D'ailleurs, Harkins, Kwentus et Price (1990) constatent que les maladies chez les personnes âgées sont caractérisées par la multiplicité, la duplicité (présentation anormale) et la chronicité.

### **1.1. Épidémiologie de la douleur chez les personnes âgées**

Bien que la prévalence de plusieurs pathologies douloureuses telles que maux de tête, migraine, douleur abdominale et douleur lombaire diminue avec l'âge, la prévalence d'autres maladies associées à la perception de la douleur, telles que le diabète et le cancer, est plus élevée chez les personnes âgées que pour les autres adultes (Harkins et al., 1990). La plupart des auteurs confirment que la prévalence de maux douloureux est plus élevée chez les personnes âgées. En fait, entre 40 et 50 % des personnes âgées de plus de 70 ans vivent avec une douleur de type chronique (Gibson, Katz, Corran, Farrell et Helme, 1994), alors que la proportion de personnes souffrant de douleurs de type aigu demeure constante tout au long de la vie, soit 5 % (Crook et al., 1984). Dans les CHSLD canadiens, la proportion de personnes âgées souffrant de douleurs est encore plus élevée et passe à 83 % (Roy et Thomas, 1986).

D'autres auteurs avancent que la prévalence de maux douloureux est plus élevée à l'âge mûr. D'ailleurs, une méta-analyse démontre que le taux de personnes âgées souffrant de douleurs chroniques augmente avec l'âge, mais que la plus forte prévalence se situe entre 45 et 65 ans, plus particulièrement chez les femmes à faible revenu présentant des douleurs musculo-squelettiques (Verhaak, Kerssens, Dekker, Sorbi et Bensing, 1998). Verhaak et collègues (1998) et d'autres auteurs (Cutler, Fishbain, Rosomoff et Rosomoff, 1994) proposent une théorie selon laquelle la relation entre douleur et âge serait curvilinéaire avec une plus grande proportion d'adultes d'âge mûr présentant des douleurs que les deux autres groupes d'adultes (jeunes adultes et personnes âgées).

### **1.2. Milieu hospitalier, personnes âgées et douleur**

Les résultats cliniques divergent des résultats épidémiologiques. En effet, la majorité des études cliniques démontrent que les personnes âgées ressentent peu ou pas de douleur lors d'un infarctus du myocarde ou de douleurs abdominales comparativement aux adultes plus jeunes (Gibson et Helme, 1995). Même si ces résultats ne font pas l'unanimité (Gibson et Helme, 2000), plusieurs hypothèses sont avancées pour

expliquer ce phénomène. Premièrement, il se peut que les personnes âgées se soient adaptées physiologiquement dans le but de moins ressentir les douleurs de type aigu, la dégénérescence musculo-squelettique augmentant la probabilité de ressentir ce type de douleurs (Gibson et Helme, 1995). Deuxièmement, il se peut que la cohorte actuelle des aînés soit moins encline que les autres à exprimer sa douleur à cause de diverses croyances (Helme et Gibson, 2001). Même si les personnes âgées se plaignaient moins de douleurs, l'impact des maux douloureux sur leur vie demeurerait considérable.

### **1.3. Impact de la douleur chez les personnes âgées**

Les répercussions des douleurs présentées par les personnes âgées vont au-delà du domaine physique puisque la qualité de vie de ces individus est significativement diminuée à cause de limitations importantes dans les activités de leur vie quotidienne (Kendig, Browning et Young, 2000 ; Roy et Thomas, 1986). Une étude a révélé que près de 70 % des symptômes dépressifs d'une population âgée étaient expliqués par une santé déclinante et par l'augmentation du nombre de problèmes dus aux limitations dans les activités quotidiennes (Kennedy, Kelman et Thomas, 1990). Sommairement, une importante proportion de personnes âgées ressent des douleurs chroniques qui ont un impact sur leur vie quotidienne et sur leur santé mentale. Voyons maintenant si, dans un contexte expérimental, les personnes âgées perçoivent le même niveau de douleur ou un niveau de douleur différent des adultes plus jeunes.

## **2. Douleur expérimentale et vieillissement**

Avant de traiter des études expérimentales sur la douleur réalisées chez des personnes âgées, un bref survol des études animales est présenté.

### **2.1. Douleur expérimentale chez l'animal**

Les recherches animales indiquent qu'il y a un déclin à partir d'un jeune âge pour certains mécanismes endogènes (opioïdrgiques et non-opioïdrgiques) de contrôle de la douleur (Hamn et Knisely, 1985 ; Hamn et Knisely, 1986), ce qui favorise une fréquence plus importante de comportements de nociception (à la suite de l'activation

des récepteurs de la douleur ou « nocicepteurs »). Aussi, on note une diminution des niveaux de sérotonine (Goicoechea, Ormazabal, Alfaro et Martin, 1997; Ko, King, Gordon et Crisp, 1997) et de noradrénaline spinale en fonction de l'âge (Ko et al., 1997). Ces deux neurotransmetteurs sont impliqués dans les mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur, plus particulièrement les CIDN.

Gagliese et Melzack (1999) ont observé que les rats d'âge moyen obtiennent un pointage de douleur plus élevé au test à la formaline que les rats plus jeunes et plus âgés. Pour expliquer cette tendance curvilinéaire, les auteurs proposent que les mécanismes endogènes de contrôle de la douleur commencent à décliner à un âge médian (Gagliese et Melzack, 2000), mais que ce déficit est par la suite compensé par une dégénérescence neuronale (involutions et anormalités diverses; Devor, 1991) qui limite la perception de la douleur. Selon cette théorie, les jeunes rats ressentiraient moins de douleur car leur perception somesthésique (ou viscérale) et leurs mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur sont intacts. Pour leur part, les rats d'âge moyen percevraient le plus haut niveau de douleur car leur perception somesthésique est intacte, mais leurs mécanismes endogènes commencent à décliner. Finalement, les rats âgés ressentiraient moins de douleur car leur perception somesthésique de même que leurs mécanismes endogènes sont moins efficaces. Ces différentes relations entre perception somesthésique et réponse des mécanismes endogènes expliqueraient la courbe curvilinéaire de la perception de la douleur en fonction de l'âge chez l'animal obtenue par Gagliese et Melzack (2000).

## **2.2. Douleur expérimentale chez les personnes âgées**

La majorité des chercheurs étudiant la perception de la douleur chez les personnes âgées comparent les seuils de douleur et de tolérance entre des personnes âgées et de jeunes adultes (Gibson et Helme, 2001). Le seuil de douleur est atteint lorsqu'une sensation suffisamment intense entraîne une perception de douleur (Wolff, 1986). Le seuil de tolérance est la plus importante douleur qu'un sujet est prêt à tolérer (Wolff, 1986). Les seuils peuvent être mesurés à l'aide de plusieurs modalités telles que modalités thermique, mécanique (pression), électrique et ischémique. Une autre façon

de comparer la perception de la douleur pour différents groupes d'âge est d'étudier l'intégrité fonctionnelle des mécanismes endogènes de contrôle de la douleur à la suite d'une stimulation nociceptive. Voyons tout d'abord les résultats des études portant sur l'évaluation du seuil de douleur en fonction de l'âge.

**2.2.1. Seuil de douleur** Un ensemble de recherches nous permet de conclure que les aînés ressentent moins de douleur ou sensiblement la même douleur que les jeunes adultes. Le seuil de douleur serait donc stable ou un peu plus élevé chez les personnes âgées. Lorsque des stimulations thermiques sont appliquées, on note un modeste déclin de la perception de la douleur chez les personnes âgées (Clark et Mehl, 1971; Harkins, Price et Martelli, 1986; Procacci, Bozza, Buzzeli et della Corte, 1970) ou aucun changement dans la perception de la douleur (Edwards et Fillingim, 2001a; Lautenbacher, Kunz, Strate, Nielsen et Arendt-Nielsen, 2005) (tableau 1). Une autre modalité explorée par les chercheurs est la stimulation électrique de la pulpe dentaire. Le seuil de douleur était plus bas pour le groupe de jeunes hommes (moyenne d'âge : 23,7 ans), comparativement au groupe d'hommes âgés (moyenne d'âge : 71,4 ans), mais la différence demeurait non significative (Harkins et Chapman, 1976). Des résultats similaires ont été présentés chez les femmes (Harkins et Chapman, 1977). Lors des deux études d'Harkins et Chapman (1976, 1977), le temps de réaction en réponse aux stimulations nociceptives a aussi été investigué. Il n'y avait aucune différence entre les jeunes et les aînés ; le déficit se situerait donc uniquement au niveau du seuil de douleur.

Une recherche d'Edwards et Fillingim (2001a) visait la comparaison des seuils de perception, de douleur et de tolérance pour trois modalités : chaleur, pression et ischémie chez deux groupes de participants : jeunes adultes et « adultes vieillissant ». Bien que la différence soit non significative, le seuil de douleur thermique des personnes âgées était plus élevé que celui des jeunes adultes de 1,7 °C. Pour les modalités « pression » et « ischémie », il n'y avait pas de différences significatives entre les jeunes adultes et les personnes âgées. Finalement, une revue exhaustive de 22 études conclut qu'il se peut que les seuils de perception et de douleur soient plus élevés



chez les personnes âgées, mais que ces différences demeurent minimales (Gibson et Helme, 2001).

Tableau 1

*Recherches expérimentales : âge et seuil de douleur (ordre chronologique)*

Auteurs	Sujets	Stimulation	Résultats
Clark et Mehl, 1971	16 H - 23,9 ans 16 H - 43,8 ans 16 F - 22,2 ans 16 F - 49,4 ans	Chaleur radiante Seuil à 50 %	Seuil de douleur plus élevé pour les plus âgés.
Procacci et al., 1970	258 jeunes : 18-28 ans 267 PAs : 50-90 ans	Chaleur radiante Seuil d'énergie (mcal/cm <sup>2</sup> )	Augmentation de 10 % du temps de réaction à la douleur pour les PAs.
Harkins et Chapman, 1976	20 hommes Jeunes : 23,7 ans PAs : 71,4 ans	Stimulation électrique de la pulpe dentaire.	Les hommes âgés détectent moins la douleur de faible intensité (seuil de douleur). Différence non significative pour le seuil de douleur.
Harkins et Chapman, 1977	20 femmes Jeunes : 22,3 ans PAs : 70,3 ans	Stimulation électrique de la pulpe dentaire.	Les femmes âgées détectent moins la douleur de faible intensité. Différence non significative pour le seuil de douleur.
Harkins, Price et Martelli, 1986	21 jeunes : 25,3 ans 10 âge moyen : 53,4 ans 13 PAs : 72,5 ans	Thermode	Le seuil de douleur est plus élevé pour les PAs.
Edwards et Fillingim, 2001a	34 jeunes : 22,4 ans 38 PAs : 62,2 ans	Thermode	Tendance vers seuil de douleur plus élevé pour PAs.
	Idem	Pression (du masséter)	Pas de différence.
	Idem	Douleur ischémique	Pas de différence.
Lautenbacher et al., 2005	20 jeunes: 27,1 ans 20 PAs: 71,6 ans	Thermode	Pas de différence.

Plus récemment, l'étude de Helme, Meliala et Gibson (2004) a démontré que le temps de stimulation peut être un facteur expliquant l'écart entre le seuil de douleur des jeunes adultes et des personnes âgées. Pour ces deux groupes, une thermode était appliquée durant 1, 10 ou 100 secondes. Le seuil de douleur était plus élevé chez les adultes plus âgés à 1 et à 10 secondes, mais pas à 100 secondes. La même relation a été mise en évidence lorsqu'une stimulation électrique était appliquée sur la peau des participants. Puisque le temps de réaction des participants âgés semble être diminué, les auteurs concluent que l'on doit porter une attention particulière au temps de stimulation lorsque ces derniers sont inclus dans l'expérimentation. Les conclusions d'une méta-analyse (Gibson et Farrell, 2004) vont dans le même sens. Certains facteurs favoriseraient un seuil de douleur différentiel : temps d'exposition court, extrémités corporelles sous étude, taux élevé d'augmentation de la température avec la thermode et petite surface corporelle stimulée. Ces chercheurs soulèvent un questionnement pertinent par rapport à la méthodologie utilisée, surtout si c'est le seuil de tolérance (et non le seuil de douleur) qui est sous étude.

**2.2.2. Seuil de tolérance à la douleur** Certains auteurs croient que le seuil de tolérance à la douleur est plus représentatif de la douleur clinique que peut l'être le seuil de douleur (Harkins, 1996). Les recherches sur le seuil de tolérance chez différents groupes d'âge ont démontré que les divergences entre les participants de différents âges sont moins marquées pour le seuil de tolérance que pour le seuil de douleur. La revue de littérature de Gibson et Helme (2001) conclut que la tolérance à la douleur est diminuée chez les personnes âgées, résultat qui est constant pour les différentes modalités. Ainsi, un groupe de chercheurs (Pickering, Jourdan, Eschalier et Dubray, 2002) a comparé la tolérance mécanique de deux groupes d'âge différents et a trouvé un seuil de tolérance moins élevé chez les personnes âgées, comparativement à celui de jeunes adultes (tableau 2). Edwards et Fillingim (2001a) ont aussi évalué le seuil de tolérance pour trois modalités (chaleur, pression et ischémie). Les résultats indiquent que le seuil de tolérance des personnes âgées est moins élevé que celui des jeunes adultes pour la pression (tendance près du seuil de signification) et moins élevé

pour la tolérance à la douleur ischémique (il n'y avait pas de différence pour la chaleur). En général, les personnes âgées auraient donc une moins grande résistance à la douleur continue et intense.

Tableau 2

*Recherches expérimentales : âge et seuil de tolérance*

Auteurs	Sujets	Stimulation	Résultats
Edwards et Fillingim, 2001a	34 jeunes : 22,4 ans	Tolérance à la douleur	Pas de différence significative entre jeunes et PAs.
	38 PAs : 62,2 ans	thermique : thermode	
	Idem	Tolérance mécanique : pression du masséter	Tendance vers seuil de tolérance moins élevé pour PAs que pour jeunes.
Pickering et al., 2002	Idem	Tolérance à la douleur ischémique	Seuil de tolérance est moins élevé pour PAs.
	21 H - 22 ans	Tolérance à la douleur mécanique	Seuil de tolérance moins élevé pour les PAs, surtout pour les hommes.
	21 H - 74 ans		
	21 F - 22 ans		
	21 F - 74 ans		

**2.2.3. Seuil de douleur et seuil de tolérance – sommaire** Plusieurs hypothèses ont été avancées pour expliquer la hausse du seuil de douleur et la baisse du seuil de tolérance avec l'âge. Premièrement, certains auteurs postulent que les personnes âgées ont des critères d'évaluation plus conservateurs pour les douleurs de faible intensité (près du seuil de douleur), alors qu'elles ont les mêmes critères que les plus jeunes en ce qui a trait aux douleurs plus intenses (près du seuil de tolérance) (Clark et Mehl, 1971 ; Gibson et Helme, 2001 ; Harkins et Chapman, 1976, 1977). Deuxièmement, il est possible que ces modifications dans la perception de la douleur aient une valeur

adaptative pour les personnes âgées. En effet, le corps subissant une dégénérescence musculo-squelettique importante, il serait préférable de moins ressentir les douleurs modérées et fréquentes, alors qu'il demeurerait impératif de percevoir les douleurs intenses qui menacent l'intégrité de l'organisme (Gibson et Helme, 1995). Finalement, il est possible que les tendances opposées observées soient causées par une diminution dans l'efficacité de certains mécanismes endogènes de contrôle de la douleur qui seraient recrutés près du seuil de douleur, mais moins au seuil de tolérance (Edwards et Fillingim, 2001a ; Yehuda et Carasso, 1997). Voyons ce que deux groupes de chercheurs ont découvert à ce sujet.

#### **2.2.4. Intégrité fonctionnelle des mécanismes endogènes de contrôle de la**

**douleur et vieillissement** La raison pour laquelle les seuils de douleur et de tolérance sont différents selon les groupes d'âge reste à élucider. Il est peu probable que ce soit dû à une sensibilisation des nocicepteurs puisque le seuil de tolérance présente une tendance à être diminué chez les personnes âgées. Il est donc permis de croire que ces différences sont d'origine centrale et qu'un changement dans les mécanismes endogènes de contrôle de la douleur pourrait être à l'origine de ces modifications. L'hypothèse selon laquelle le vieillissement entraîne une détérioration des mécanismes endogènes de contrôle de la douleur a été peu explorée jusqu'à ce jour.

Chez l'humain, deux recherches récentes démontrent un lien entre l'avancement en âge et la diminution de l'efficacité de ces mécanismes (tableau 3). La première est celle de Washington et collègues (2000). Quinze jeunes adultes (moyenne d'âge : 23,3 ans) et quinze personnes âgées (moyenne d'âge : 77,9 ans) plongeaient la main de six à dix fois, pour un maximum de 180 secondes, dans un bassin rempli d'eau froide (2 °C) dans le but de créer une sensation de douleur sévère et prolongée. Seule l'intensité de la douleur était mesurée. L'ampleur du recrutement des CIDN était mesurée par la réponse analgésique des participants. Celle-ci était évaluée indirectement par les seuils de douleur, qui étaient mesurés avant et après l'immersion de la main dans l'eau froide. Les chercheurs ont observé que le seuil de douleur était plus élevé après qu'avant

l'immersion, donc il y a eu réponse analgésique pour les deux groupes. Néanmoins, l'amplitude de cette réponse analgésique était moindre pour les personnes âgées (augmentation du seuil de 40 %), comparativement aux jeunes adultes (augmentation du seuil de 150 %).

La deuxième recherche est celle d'Edwards et collègues (2003a). Un total de quatre-vingt-treize adultes ont participé à deux sessions expérimentales étalées sur deux journées non consécutives. Le seuil de douleur des quarante-cinq jeunes adultes (moyenne d'âge : 21,6 ans) et des quarante-huit « adultes vieillissant » (moyenne d'âge : 63,1 ans) était d'abord mesuré. Au cours des deux sessions expérimentales, les participants faisaient le test de la sommation temporelle (plusieurs stimulations de chaleur nociceptive appliquées sur la peau glabre de l'avant-bras et la cheville). Durant une session, ils immergeaient la main dans un bassin d'eau froide à 5 °C et, durant l'autre, dans un bassin d'eau à 22 °C. Seule l'intensité de la douleur était mesurée. À la suite de l'immersion, les chercheurs mesuraient à nouveau le seuil de douleur. Par rapport au seuil « avant la procédure », le seuil « après la procédure » était plus élevé chez les jeunes adultes alors qu'il était moins élevé chez les adultes vieillissant après l'immersion de la main dans le bassin d'eau froide à 5 °C, suggérant un déclin de l'efficacité des CIDN avec l'avancement en âge. Durant l'immersion dans le bassin d'eau froide à 22 °C (session contrôle), les jeunes adultes n'ont pas vu leur seuil de douleur diminué, ni sur le bras, ni sur la jambe. Néanmoins, à la surprise des auteurs, le seuil de douleur évalué sur le bras des adultes vieillissant était moins élevé (mais pas celui de la jambe). Les auteurs avancent que ce pourrait être dû à un biais dans l'évaluation, à un effet placebo ou à un phénomène spécifique à ce groupe d'âge.

Ces recherches suggèrent un déficit des mécanismes endogènes de contrôle de la douleur, mais le fait que seulement deux études se soient penchées sur le sujet et que les groupes d'âge étudiés soient peu nombreux entraîne la nécessité de poursuivre les recherches dans ce domaine. De plus, seule l'intensité de la douleur était considérée par ces chercheurs, alors que l'aspect désagréable devrait aussi être évalué. L'augmentation de la prévalence de douleurs chroniques chez les personnes âgées,

conjuguée au déclin des CIDN, génère des préoccupations qui s'accroissent quand les changements démographiques à venir sont considérés.

Tableau 3

*Recherches expérimentales : âge et recrutement des CIDN*

Auteurs	Sujets	Procédure	Résultats
Washington, Gibson et Helme, 2000.	15 jeunes: 23,3 ans 15 PAs: 77,9 ans	1) Seuil de douleur; 2) immersion eau froide; 3) Seuil de douleur	Augmentation du seuil après l'immersion : moindre analgésie pour les PAs.
Edwards, Fillingim et Ness, 2003a.	45 jeunes : 21,6 ans 48 « plus vieux » : 63,1 ans	1) Seuil de douleur; 2) sommation temporelle + immersions eau froide; 3) seuil de douleur	Augmentation du seuil après la sommation temporelle + immersion : facilitation pour les PAs.

### 3. Aspects démographiques du vieillissement

Depuis quelques années, le vieillissement de la population est de plus en plus perceptible. L'analyse de cette tendance démographique permet de constater l'importance que prendra dans les prochaines années le groupe des personnes âgées et des pathologies douloureuses présentées par ce groupe. En effet, en plus d'affecter la qualité de vie des personnes âgées, le nombre élevé de pathologies douloureuses causera une pression non négligeable sur le système de santé. Avant de traiter de l'épidémiologie des maux douloureux chez les personnes âgées, nous nous penchons sur les deux facteurs expliquant le vieillissement de la population occidentale : l'avancement en âge des enfants du baby-boom et l'accroissement de l'espérance de vie.

### 3.1. Avancement en âge des baby-boomers

En ce début de troisième millénaire, la proportion d'ainés au Canada est plus faible que celle d'autres pays occidentaux (Statistique Canada, 2004). Néanmoins, cette tendance se renversera au cours des prochaines décennies avec l'avancement en âge des baby-boomers qui sont nés entre 1946 et 1966 et le faible taux de fécondité qui a suivi (Rochon, 1994). En 1961, 8 % des Canadiens étaient âgés de 65 ans et plus. En 2002, cette proportion est passée à 13 % et passera à 21 % en 2026 (Statistique Canada, 2004), alors que les générations du baby-boom seront toutes entrées dans le troisième âge (Gauthier, Jean, Langis, Nobert et Rochon, 2004). Cette tendance devrait se stabiliser en 2031 et régresser par la suite (Rochon, 1994). De plus, les femmes sont sur-représentées dans le groupe des personnes âgées ; on assiste donc à une « féminisation » du vieillissement (Statistique Canada, 2004).

Au Québec, la situation est semblable et on prévoit que le vieillissement démographique marquera la population québécoise durant les cinquante prochaines années. Bien que le vieillissement démographique touche toutes les tranches d'âge, la plus forte progression sera visible chez le groupe des 80 ans et plus, le « quatrième âge » (fig. 1) (Institut de la statistique Québec, 2004).

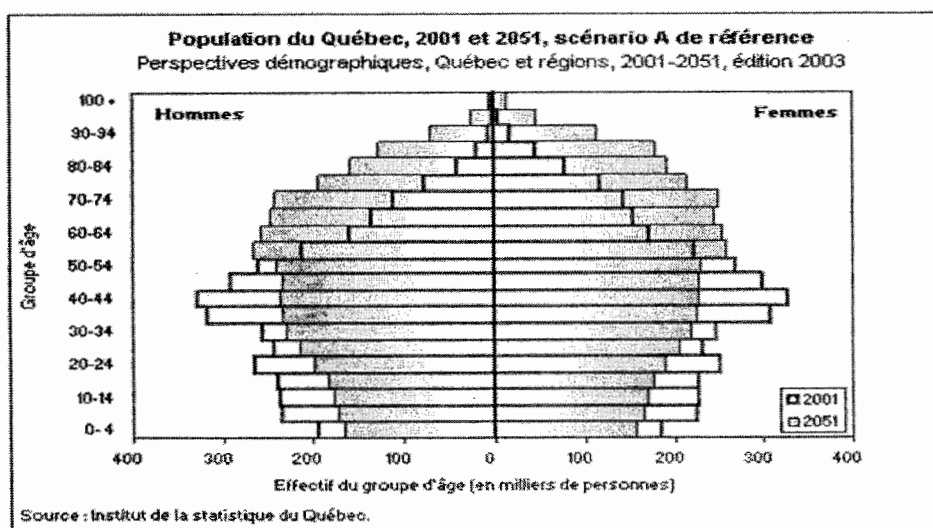


Figure 1. Dispersion des tranches d'âge au Québec en 2001 et prévisions pour 2051. (Institut de la statistique Québec, 2004).

### 3.2. Augmentation de l'espérance de vie

L'espérance de vie a considérablement augmenté au cours du dernier siècle. En 2010, on estime que l'espérance de vie sera de 77 ans pour les Canadiens et de 84 ans pour les Canadiennes, alors qu'elle était de 69 ans en 1921 pour les deux sexes. La féminisation du vieillissement est aussi accompagnée d'une féminisation de l'augmentation de l'espérance de vie puisque l'écart entre l'espérance de vie masculine et l'espérance de vie féminine s'amplifie à chaque nouvelle génération, au détriment des hommes (fig. 2) (Statistique Canada, 2004).

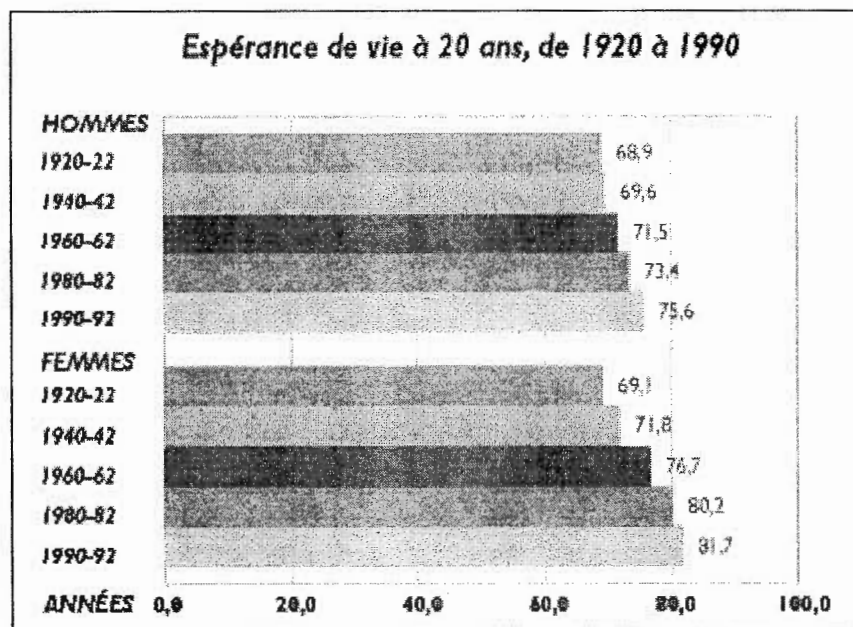


Figure 2. Augmentation de l'espérance de vie à 20 ans pour les générations nées entre 1920 et 1992, selon le sexe (Conseil canadien de développement social pour la Division du vieillissement et des aînés, Santé Canada, 1992).

Plusieurs facteurs ont contribué à l'accroissement de l'espérance de vie, que ce soit dans le domaine médical, économique ou social. Plus particulièrement, les conditions de vie et d'hygiène se sont améliorées, ainsi que la quantité et la qualité des aliments (Vézina, Cappeliez et Landreville, 1995). Le vieillissement humain est causé par des



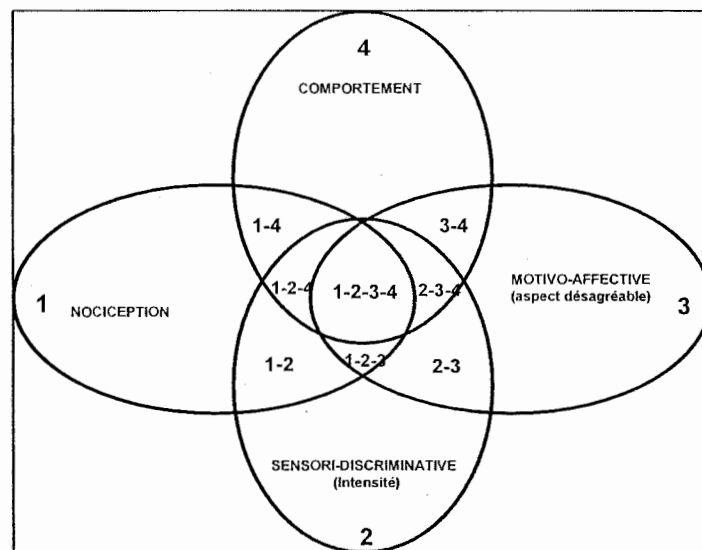
changements progressifs au niveau physiologique ; dans le but de mieux comprendre les modifications dans la perception douloureuse des personnes âgées, des notions de neurophysiologie de la douleur sont présentées.

#### 4. La douleur

La douleur est une perception complexe qui résulte de l'intégration de composantes physiques et psychologiques. Cette complexité s'applique aussi à la définition de la douleur, d'autant qu'il est difficile de la différencier d'émotions telles que le stress et la souffrance. Dans le but de guider la conception méthodologique d'un projet de recherche, il est important, de prime abord, de choisir une définition parmi celles proposées. Dans le cadre du présent projet, la définition de l'*International Association for the Study of Pain* (IASP) est retenue, car elle fait généralement consensus et qu'elle intègre les composantes physiques et psychologiques. Selon l'IASP, la douleur est une « expérience sensorielle et émotionnelle désagréable résultant d'une lésion tissulaire réelle ou potentielle ou décrite en de tels termes » (IASP, 1979). Cette définition admet que la perception de la douleur est éminemment subjective, puisqu'une personne peut ressentir une douleur causée par une lésion tissulaire, par la menace d'une lésion ou la cause peut ne pas être apparente. Dans le premier cas, le lien entre les genoux meurtris d'un enfant après une chute et ses pleurs est évident. Dans le second cas, l'anticipation de la torture dans des camps de guerre peut parfois être plus douloureuse que la torture elle-même (Marchand, 1998). Dans le dernier cas, les patients souffrant de douleurs neuropathiques décrivent souvent les sensations douloureuses comme des brûlures, des torsions et des dilacérations; néanmoins, aucune lésion n'est visible (Le Bars et Willer, 2004).

Dans le but de cerner la complexité inhérente à la perception de la douleur, un modèle circulaire de la douleur a été développé par Marchand (1998). Ce modèle est pertinent puisqu'il met en évidence l'existence d'interrelations entre quatre composantes et qu'il explicite le fait que chacune de ces composantes peut déclencher la perception de la douleur sans l'apport des autres (fig. 3). Chaque fois, la douleur est unique et subjective : seul l'individu peut en évaluer les caractéristiques. La première

composante est la nociception ou l'activation des récepteurs et des fibres nerveuses responsables de la conduction nociceptive. La deuxième composante est l'aspect sensori-discriminatif qui est la qualité physique (intensité, localisation, nature) de la douleur. Plusieurs sensations douloureuses peuvent être ressenties – brûlure, coup de poignard, choc électrique, etc. – dépendamment des récepteurs activés. La troisième composante est l'aspect motivo-affectif. Le passé de la personne et le contexte dans lequel la douleur est vécue sont des facteurs pouvant influencer sur la perception de la douleur. De plus, l'affect ressenti est généralement aversif et pousse à l'action (Price, 1999). La quatrième et dernière composante est l'aspect comportemental. Il y a plusieurs façons de réagir à la douleur : fuir, figer sur place, pleurer, crier, etc. Cette réaction est unique à un individu, dans un contexte particulier et avec un type de douleur spécifique.



*Figure 3.* Modèle circulaire de la douleur illustrant les composantes de la douleur et leurs interrelations (Marchand, 1998).

En plus des différentes composantes qui façonnent l'expérience douloureuse, la douleur a aussi un aspect temporel. Une douleur est dite aiguë si elle dure depuis moins de trente jours, subaiguë si elle dure entre 30 jours et six mois et chronique si elle persiste depuis plus de six mois (Marchand, 1998). Le choix de ces bornes temporelles

est arbitraire. D'autres auteurs proposent d'autres limites. Par exemple, une autre définition possible de la douleur chronique est une douleur qui persiste au-delà du temps normal de guérison (Turk et Okifuji, 2001).

Une distinction est aussi évidente quant à la fonction de ces différents types de douleur. La douleur aiguë est un des signaux d'alarme de l'organisme. Elle a pour fonction d'assurer la survie de l'organisme de plusieurs manières : retrait de la source de douleur, direction de l'attention vers le stimulus douloureux, direction de l'attention vers la blessure, protection de la blessure, communication de la blessure et évitement futur de la source de douleur (Sullivan, 2004). La douleur chronique, quant à elle, n'a pas pour fonction la protection de l'organisme. Au contraire, le système qui génère la douleur semble lui-même être « malade » (Le Bars et Willer, 2004). Les sensations douloureuses peuvent alors être vives et persister durant des mois ou des années en ayant un impact important sur plusieurs aspects de la vie du patient. Voyons maintenant plus en détail comment la douleur peut être modulée avant d'être perçue consciemment.

#### **4.1. Nocicepteurs**

Les nocicepteurs sont des terminaisons nerveuses libres localisées dans les tissus cutanés, les tissus musculaires, les articulations, les fascias (minces membranes fibreuses et malléables enveloppant toutes les structures du corps) et les viscères. Ils sont sollicités lorsque l'intensité d'un stimulus (thermique, mécanique, etc.) est suffisante pour normalement produire une douleur (Fields, 1987). Un phénomène de transduction se déclenche : l'énergie du stimulus est transformée en signal électrochimique qui sera acheminé dans le système nerveux central (SNC) par des fibres spécialisées.

Dès la périphérie, l'organisme réagit au signal nociceptif en tentant d'en moduler l'amplitude. Des substances formant la « soupe chimique périphérique » sensibilisent (abaissent le seuil d'activation) ou activent d'autres nocicepteurs (fig. 4) (Jessel et Kelly, 1991). Les substances chimiques proviennent de trois sources : les cellules

endommagées, les cellules de la lignée inflammatoire et les nocicepteurs eux-mêmes (Le Bars et Willer, 2004). Les substances libérées par les cellules endommagées comprennent l'adénosine triphosphate et les ions hydrogène ( $H^+$ ) qui activent les nocicepteurs. D'autres substances – bradykinine, histamine, sérotonine, prostaglandines, leucotriènes, cytokines pro-inflammatoires et *nerve growth factor* – sont sécrétées à la suite de l'enclenchement de processus inflammatoires et sensibilisent les récepteurs de la zone lésée aux stimulations subséquentes ou à l'action d'autres substances. Finalement, les nocicepteurs eux-mêmes relâchent des peptides – substance P, neurokinine A, *calcitonin gene-related peptide*. Le plus connu est la substance P, un puissant vasodilatateur causant la formation d'oedèmes et la dégradation des mastocytes qui entraîne, à son tour, la libération d'histamine. Cette dernière sensibilise les nocicepteurs, ce qui entraîne vasodilatation et oedèmes, d'où le lien étroit entre douleur et inflammation (Marchand, 1998). Les processus inflammatoires causent un abaissement du seuil de douleur dans la zone lésée (hyperalgésie primaire) et dans la zone saine environnante (hyperalgésie secondaire) (Le Bars et Willer, 2004 ; Marchand, 1998). Parallèlement, certains mécanismes d'inhibition se mettent en action, notamment par l'action de peptides opioïdiques, de l'adénosine et des endocannabinoïdes (Byers et Bonica, 2001 ; Le Bars et Willer, 2004). Au niveau périphérique, les récepteurs opioïdes  $\delta$  et  $\mu$  sont présents sur 30 % des fibres C, permettant une inhibition précoce des afférences nociceptives (Le Bars et Willer, 2004). Nous allons maintenant voir quelles sont les fibres qui acheminent les influx nociceptifs et quels sont leurs paramètres d'activation.

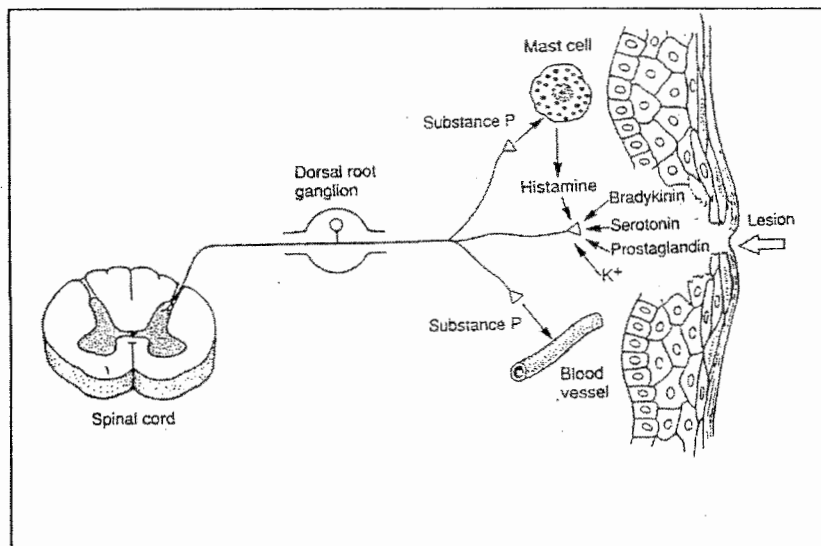


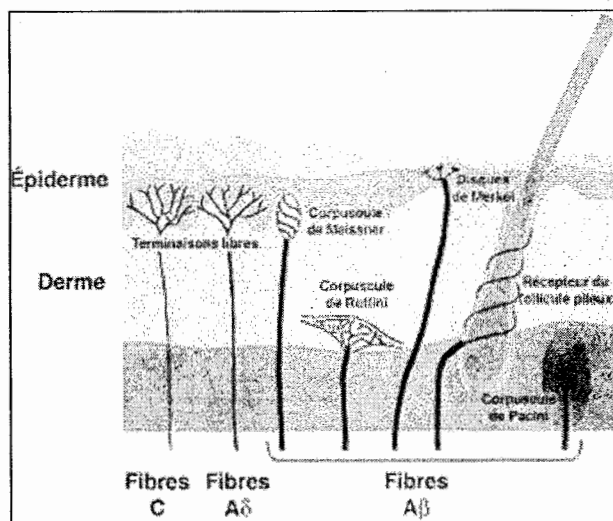
Figure 4. Soupe périphérique : plusieurs substances (substance P, bradykinine, sérotonine, etc.) activent les nocicepteurs ou en diminuent le seuil d'activation (Jessel et Kelly, 1991).

#### 4.2. Fibres

La complexité de la perception de la douleur peut s'expliquer en partie par la diversité de fibres périphériques impliquées dans la transmission du message nociceptif. Les fibres A $\alpha$  et A $\beta$  sont responsables des informations tactiles et proprioceptives. Elles sont liées à des mécanorécepteurs (corpuscules de Meissner, corpuscules de Ruffini, etc.) dont le seuil de réponse est bas et dont la conduction est rapide, dû à une myélinisation plus importante (fig. 5). Bien que ces fibres ne soient pas responsables de la transmission du message nociceptif, elles influencent tout de même sa transmission au niveau de la moelle épinière, ce que nous verrons à la section 4.6.1.

Les fibres C et les fibres A $\delta$  sont responsables des sensations douloureuses et thermiques. Elles sont liées à des terminaisons libres (fig. 5) et lorsqu'elles encodent des stimuli nocifs, on les nomme « nocicepteurs » (Le Bars et Willer, 2004). Pour qu'un récepteur soit qualifié de « nociceptif », il doit posséder deux caractéristiques : un seuil d'activation élevé et une décharge électrochimique proportionnelle à l'intensité de la stimulation (Besson, Guilbaud, Abdelmoumene et Chaouch, 1982). Les fibres A $\delta$  sont faiblement myélinisées. Elles se divisent en trois sous-groupes : les

mécanonocicepteurs, dont l'activation résulte en une sensation de piqure ou de pincement, les récepteurs polymodaux qui sont sensibles aux stimuli mécaniques, thermiques et chimiques et les récepteurs thermiques. Les fibres C, quant à elles, sont amyéliniques et leur vitesse de conduction est par conséquent plus lente. Ces fibres se divisent en deux sous-groupes : nocicepteurs spécifiques et récepteurs polymodaux (Byers et Bonica, 2001) (tableau 4). La perception de la douleur au niveau viscéral est générée principalement par les fibres C. Dans ce cas, on les nomme « nocicepteurs silencieux » puisqu'ils sont activés lors de conditions inflammatoires. La douleur résultante est diffuse, irradiante et souvent référée. La zone de projection correspond généralement au dermatome (territoire cutané innervé par une paire de nerfs rachidiens) (Le Bars et Willer, 2004). La différence entre les vitesses de conduction des fibres A $\delta$  et C résulte en une perception de la douleur en « deux temps ». L'activation des fibres A $\delta$  génère une sensation localisée de piqure ou de pincement que l'on nomme « première douleur ». Peu de temps après (de 0,7 à 1,2 s plus tard), l'activation des fibres C résulte en une sensation moins localisée de brûlure que l'on nomme « deuxième douleur » (Le Bars et Willer, 2004).



*Figure 5.* Principaux récepteurs cutanés (Le Bars et Willer, 2004).

Tableau 4

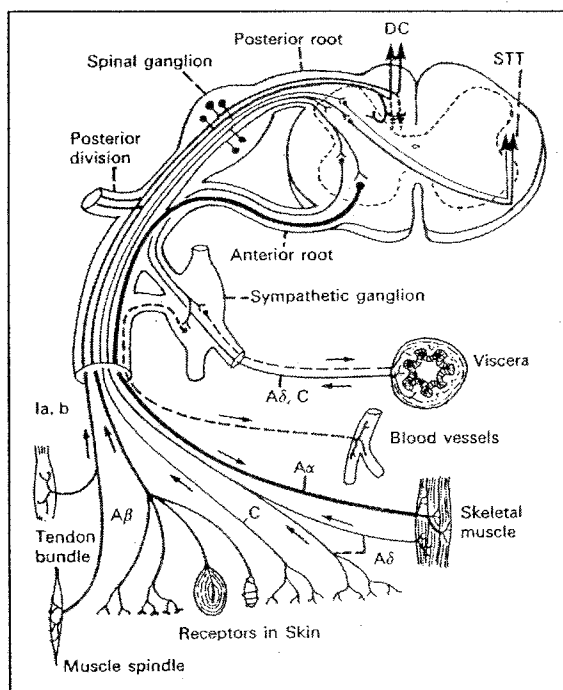
*Fibres nerveuses impliquées dans la perception somesthésique douloureuse et non douloureuse (Marchand, 1998 ; Le Bars et Willer, 2004)*

Caractéristique	Fibres Aαβ	Fibres Aδ	Fibres C
Vitesse	30 à 65 m/s	4 à 30 m/s	0,5 à 2 m/s
Myélinisation	Myélinisées	Faiblement myélinisées	Amyéliniques
Temps de perception	—	200 à 300 ms	2 à 3 s
Champ réceptif	—	5 mm <sup>2</sup>	0,01 à 1 cm <sup>2</sup>
Diamètre	6 à 12 mμ	1 à 5 mμ	0,2 à 1,5 mμ
Rôle	- Mécanorécepteurs responsables des informations non nociceptives.	- Mécanonocicepteurs (20 %) - Récepteurs polymodaux (20-50 %) - Récepteurs thermiques	- Nocicepteurs spécifiques - Récepteurs polymodaux (quasi-totalité)

### 4.3. Afférences

Les différentes fibres afférentes (Aα, Aβ, Aδ, C) sont regroupées dans le nerf rachidien qui relie la périphérie à la moelle épinière. Les fibres C composent entre 60 et 90 % des afférences du nerf rachidien avec une sur-représentation des récepteurs polymodaux (Le Bars et Willer, 2004). Le nerf rachidien a deux racines : une dorsale (sensitive ; périphérie vers moelle) et une ventrale (motrice ; moelle vers périphérie). Le corps cellulaire du nerf rachidien est une cellule nerveuse pseudo-unipolaire responsable de

la transmission de l'influx de la périphérie vers la moelle. Le corps cellulaire se trouve à la hauteur des ganglions de la racine dorsale d'où deux branches axonales se déploient. La première branche rejoint la périphérie et la deuxième rejoint la moelle épinière (Kandel, 2000). Le nerf rachidien rejoint la moelle par un trou de conjugaison intervertébral, se divise en branches et fait plusieurs contacts (fig. 6) (Le Bars, Villanueva et Chitour, 1997).



*Figure 6.* Trajet de l'influx nociceptif de la périphérie à la moelle épinière (Byers et Bonica, 2001).

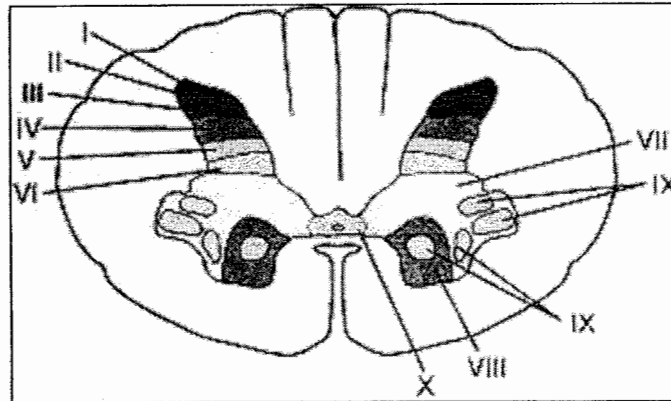
#### 4.4. Moelle épinière

En route vers le cortex, l'influx nociceptif fait son premier contact synaptique à la hauteur de la moelle épinière. Pour mieux comprendre la modulation qui s'ensuit, les sections présynaptique et postsynaptique sont élaborées.



**4.4.1. Neurone présynaptique : nocicepteur primaire** Les influx nociceptifs et non nociceptifs accèdent à la corne postérieure de la moelle épinière. Deux contingents d'influx non nociceptifs ( $A\alpha$  et  $A\beta$ ) pénètrent dans la moelle. Le premier emprunte les cordons postérieurs pour rejoindre la voie lemniscale. Le second fait contact avec les neurones des lames III à V, mais aussi II et VI dans une moindre mesure (Le Bars et Willer, 2004). Les fibres nociceptives  $A\delta$  font préférentiellement contact sur la lame I, et dans une moindre mesure, sur les lames II, V et VI alors que les fibres nociceptives C font préférentiellement contact sur la lame II et, dans une moindre mesure, I, pour les afférences cutanées, et V-VII et X pour les afférences viscérales (Le Bars et Willer, 2004 ; Vibes, 2001a).

**4.4.2. Neurone postsynaptique : nocicepteur secondaire** Les lames I, II et V sont les principales régions où l'influx nociceptif est modulé avant d'être acheminé aux centres supérieurs (fig. 7) (Terman et Bonica, 2001). La lame I est composée majoritairement de neurones nociceptifs spécifiques, la lame II d'interneurones excitateurs et inhibiteurs et la lame V de neurones nociceptifs non spécifiques (en anglais, « *wide dynamic range* ») qui reçoivent les influx nociceptifs et tactiles (Terman et Bonica, 2001). Les neurones nociceptifs spécifiques encodent la localisation du stimulus puisque leurs champs réceptifs sont petits et ont des contours définis. À l'opposé, les neurones nociceptifs non spécifiques présentent un gradient de sensibilité et ont des champs réceptifs larges et complexes. Aussi, ils assurent l'intégration des influx somatiques, viscéraux et musculaires et modulent donc une grande quantité d'informations (Terman et Bonica, 2001). Cette convergence expliquerait le phénomène des douleurs référées (Le Bars et Willer, 2004).



*Figure 7.* Division cyto-architectonique de la moelle épinière selon REXED (MerckSource, 2005).

#### 4.5. Voies ascendantes

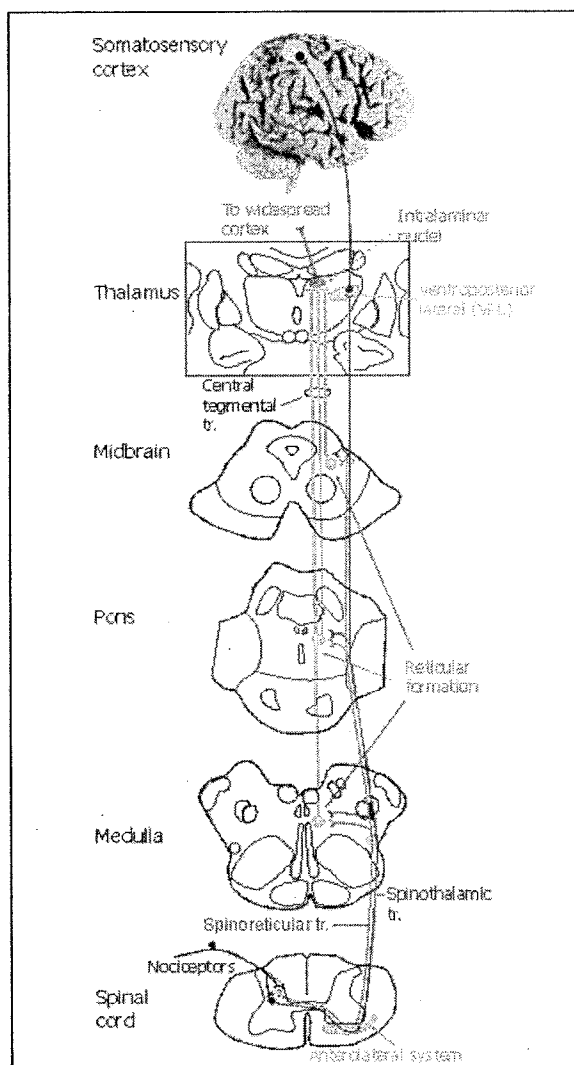
Avant d'atteindre les centres supérieurs, un des deux contingents de fibres non nociceptives ( $A\alpha\beta$ ) est acheminé par la voie lemniscale médiane et décusse à la hauteur de la région bulbaire des pyramides (l'autre fait contact sur certaines lames médullaires). Les influx en provenance de la voie lemniscale transitent par le bulbe rachidien pour être acheminés au cortex somatosensoriel primaire (SI). Tout au long du parcours, l'organisation somatotopique est conservée (Le Bars et Willer, 2004). Pour leur part, la majorité des fibres nociceptives croise au niveau de la commissure grise antérieure, mais une petite portion est acheminée vers les motoneurons des muscles fléchisseurs à l'origine des réflexes nociceptifs de retrait (Le Bars et Willer, 2004). Voyons maintenant quelles sont les principales voies responsables de la transmission de l'influx nociceptif (fig. 8).

**4.5.1. Voie spinothalamique** La voie spinothalamique est la principale voie de transmission de l'influx nociceptif, mais ses neurones acheminent aussi les sensations de froid et de chaud (Willis et Westlund, 1997). Ce faisceau se situe dans le cadran antérolatéral médullaire et prend sa source principalement dans la lame I. L'organisation des fibres nerveuses de projection est somatotopique et les champs réceptifs sont généralement restreints à une zone précise du membre contralatéral (Willis et Westlund, 1997). L'influx est acheminé aux noyaux thalamiques latéraux

(noyau ventro-postéro-latéral et groupe postérieur) pour finalement se rendre à la hauteur du cortex pariétal, plus précisément les cortex somatosensoriels primaire (SI) et secondaire (SII) (Willis et Westlund, 1997). La voie spinothalamique est associée à l'intensité et à la localisation de la perception douloureuse (Marchand, 1998).

**4.5.2. Voie spinoréticulaire** Ce faisceau se situe dans la portion dorso-médiane médullaire et prend sa source principalement dans la lame V. Les neurones de cette voie multisynaptique font contact à la hauteur de la formation réticulée du tronc cérébral, des noyaux thalamiques médians (noyaux intralaminaires et submedius) et du système limbique, comprenant l'insula (Willis et Westlund, 1997). Étant donné que ses champs récepteurs périphériques sont diffus et que ses fibres font contact avec des zones corticales limbiques et frontales, la voie spinoréticulaire est associée à la composante motivo-affective de la douleur (Marchand, 1998).

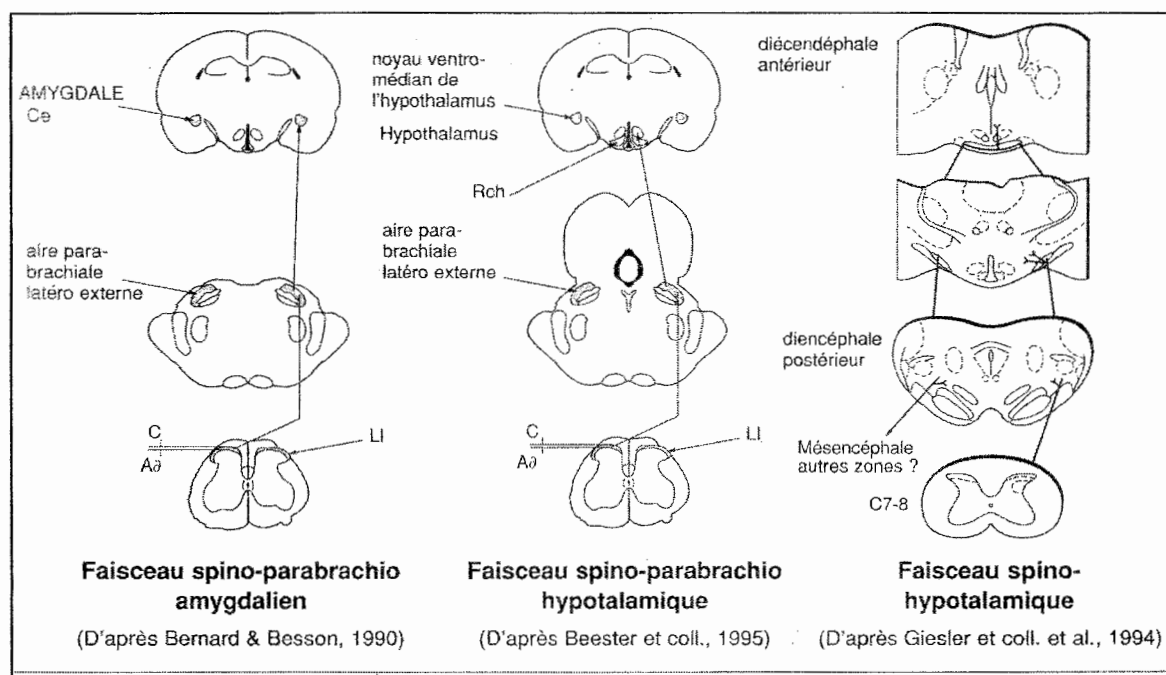
**4.5.3. Voie spinomésencéphalique** Contrairement à la voie spinothalamique, la voie spinomésencéphalique convie l'information nociceptive en provenance de plusieurs zones corporelles et ses champs réceptifs sont généralement complexes (Willis et Westlund, 1997). Cette voie prend sa source dans les lames I, IV-VI et X et projette principalement sur deux régions du tronc cérébral, soit la substance grise péri-aquéducule (SGPA) et l'aire parabrachiale (Le Bars et Willer, 2004). Étant donné le lien avec ces substrats anatomiques, la voie spinomésencéphalique pourrait être impliquée, entre autres, dans la réaction à des stimuli menaçants pour l'organisme et au déclenchement de certains mécanismes endogènes de contrôle de la douleur (Willis et Westlund, 1997).



*Figure 8.* Voie spinothalamique (à droite : de la périphérie jusqu'au cortex sensoriel) et voie spinoréticulaire (à gauche : de la périphérie jusqu'au système limbique et au lobe frontal) (Foreman et Blair, 2005).

**4.5.4. Voies nouvellement décrites** Trois nouvelles voies de transmission de l'influx nociceptif ont été décrites depuis le début des années 1990 (fig. 9). Les substrats associés aux différents faisceaux ont été identifiés chez l'animal. La première voie est la voie spino-parabrachio-amygdalienne qui a un lien avec l'aspect affectif et émotionnel de la douleur. La seconde voie est la voie spino-parabrachio-

hypothalamique qui crée un pont entre perception douloureuse, homéostasie hormonale et composantes végétatives. La troisième voie est la voie spinohypothalamique qui crée aussi un pont entre douleur et hormones (Guilbaud et Besson, 1997).



**Figure 9.** Représentation schématique des voies nouvellement décrites. De gauche à droite : les faisceaux spino-parabrachio-amygdalien, spino-parabrachio-hypothalamique, spino-hypothalamique (Guilbaud et Besson, 1997).

#### 4.6. Mécanismes endogènes de contrôle de la douleur

L'influx nociceptif fait de nombreux contacts synaptiques avant de se rendre au cortex. Ces contacts synaptiques sont autant de possibilités de modulation, que le résultat soit une facilitation ou une inhibition du signal électrochimique. L'existence des mécanismes endogènes de contrôle de la douleur a une valeur adaptative certaine et favorise la survie de l'espèce humaine ; néanmoins, ces systèmes peuvent se dérégler et causer des douleurs idiopathiques (Terman et Bonica, 2001). Les mécanismes endogènes de contrôle de la douleur sont constamment sollicités, mais ce n'est que depuis peu qu'on en comprend la neurophysiologie sous-jacente. Ils sont divisés en

trois groupes selon leur origine : niveau spinal, niveau du tronc cérébral et niveau cortical.

**4.6.1. Niveau spinal** Dès le début du XX<sup>e</sup> siècle, le concept de mécanisme descendant de modulation de la douleur fait surface (Terman et Bonica, 2001). Il faut attendre 1965 pour que Melzack et Wall proposent une théorie innovatrice qui, pour la première fois, remet en question la théorie de la spécificité dont Descartes est le précurseur et qui prévaut depuis deux siècles. Selon les tenants de la théorie de la spécificité (Schiff, Goldscheider, von Frey, etc.), la douleur est une sensation spécifique dont la perception dépend d'un système entièrement dédié à sa transmission. Von Frey affirme même qu'il existe un « centre de la douleur » au niveau cortical (Bonica et Loeser, 2001). Melzack et Wall réfutent cette théorie en partie (1965). Selon la théorie du portillon, la transmission de l'influx nociceptif périphérique subit une modulation au niveau de la corne postérieure de la moelle. La transmission finale vers les centres corticaux est le résultat de l'intégration des influx des petites fibres ( $A\delta$  et C) dont l'influence est excitatrice et des influx des grosses fibres ( $A\alpha\beta$ ) dont l'influence est inhibitrice (Bonica et Loeser, 2001 ; Le Bars et Willer, 2004). En effet, un des contingents de fibres  $A\alpha\beta$  achève son parcours au niveau des lames III-IV (et II dans une moindre mesure) et peut avoir un effet inhibiteur sur les neurones nociceptifs à cette hauteur par l'entremise d'un interneurone inhibiteur (Le Bars et Willer, 2004). Les processus cognitifs (*central control*) constituent une autre influence modulant la transmission de l'influx nociceptif. Il y a inhibition lorsque l'interneurone inhibiteur relâche le neurotransmetteur *gamma-aminobutyric acid* (GABA ; principal neurotransmetteur inhibiteur présent chez l'humain) ou des enképhalines (opioïdes endogènes) en direction du neurone présynaptique (Vibes, 2001b). Pour que la transmission atteigne les centres corticaux et devienne consciente, les influences excitatrices doivent excéder les influences inhibitrices (fig. 10). S'il y a inhibition, elle sera spécifique au dermatome sur lequel la stimulation nociceptive est appliquée.

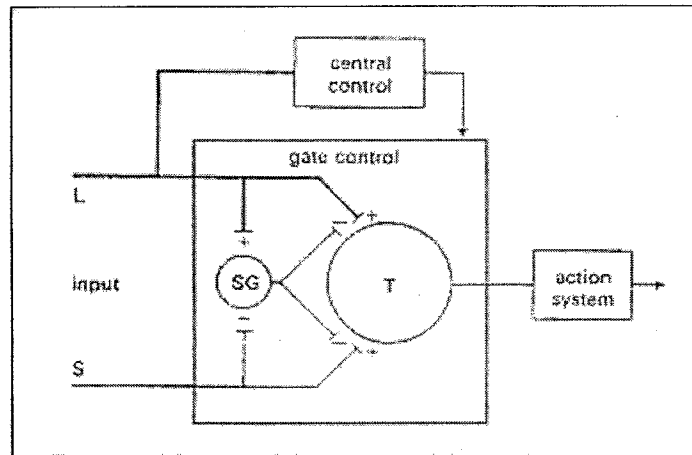


Figure 10. Représentation schématique de la théorie originale du portillon de Melzack et Wall (1965 ; Vibes, 2001b).

Après 1965, la théorie a été modifiée à quelques reprises pour tenir compte des aspects motivationnels, affectifs et cognitifs qui modulent la perception de la douleur. Le modèle élaboré en 1982 (fig. 11) tient compte des influences excitatrices et inhibitrices qui agissent dans les couches superficielles (lames I et II) de la moelle et l'influence des mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur situés au niveau du tronc cérébral (Bonica et Loeser, 2001).

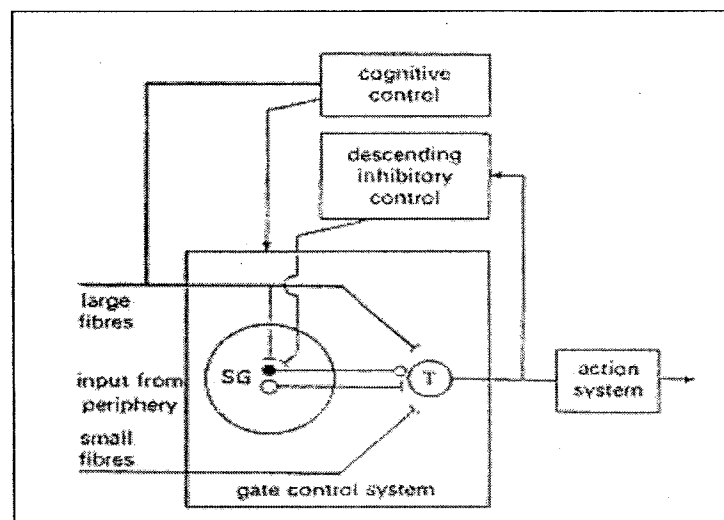


Figure 11. Modèle modifié de la théorie du portillon (Melzack et Wall, 1982 ; Vibes, 2001b).

L'impact de la théorie du portillon de Melzack et Wall est indéniable puisqu'elle a stimulé la conception de nombreux projets de recherche et la découverte de nouvelles avenues thérapeutiques (Bonica et Loeser, 2001). Une application clinique courante de cette théorie est la stimulation électrique transcutanée (TENS) avec certains paramètres (haute fréquence, basse intensité) qui, par le recrutement des fibres non nociceptives, permet une inhibition spécifique du dermatome stimulé (Marchand, 1998). D'ailleurs, lors d'une recherche clinique utilisant le TENS comme traitement de douleurs lombaires chroniques, les personnes âgées ont vu l'intensité de leur douleur diminuée et leur humeur et leur sentiment de contrôle augmentés (Weiner et al., 2003). L'intégrité des mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur situés au niveau de la moelle épinière semble donc être préservée avec l'avancement en âge, ce qui n'est pas le cas des mécanismes recrutés à la hauteur du tronc cérébral.

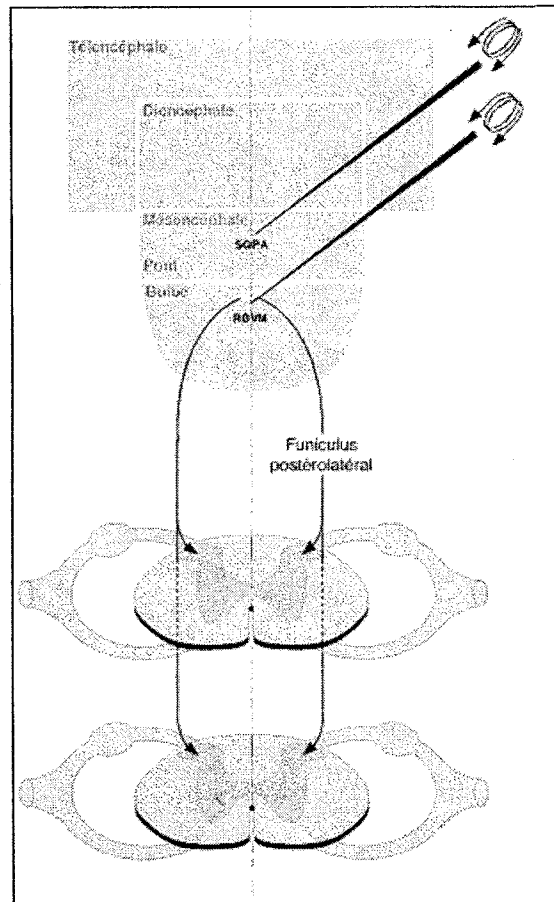
**4.6.2. Niveau du tronc cérébral** En 1969, un autre mécanisme descendant d'inhibition de la douleur est identifié chez l'animal par Reynolds. Lorsqu'il stimulait électriquement une partie du tronc cérébral, la substance grise péri-aqueducale (SGPA), Reynolds pouvait réaliser une chirurgie abdominale sans avoir recours à des agents analgésiques (Reynolds, 1969).

Depuis, le mécanisme et les substrats impliqués dans l'inhibition en provenance du tronc cérébral suite à une stimulation nociceptive hétérotopique ont été explicités et le mécanisme porte le nom de *Contrôles inhibiteurs diffus induits par stimulations nociceptives* (CIDN) (Le Bars, Dickenson et Besson, 1979a, 1979b). L'inhibition se produit lorsqu'une zone corporelle éloignée du foyer douloureux reçoit une stimulation nociceptive avec des caractéristiques spatiales et temporelles qui entraîneront le déclenchement des CIDN. En effet, la stimulation hétérotopique doit solliciter une surface corporelle suffisamment étendue (Bouhassira, Gall, Chitour et Le Bars, 1995 ; Marchand et Arsenault, 2002a) avec une certaine intensité (Willer, Roby et Le Bars, 1984 ; Willer, de Broucker et Le Bars, 1989). Étant donné que la stimulation hétérotopique est en fait une « seconde douleur » appliquée sur une zone éloignée du



foyer douloureux, on appelle aussi cette technique la « contre-irritation » (Le Bars, Dickenson et Besson, 1979a, 1979b).

À la suite de la stimulation nociceptive, certaines structures du tronc cérébral seraient activées, plus précisément au niveau du bulbe rachidien (noyau raphé magnus et noyau subnucleus reticularis dorsalis), de la protubérance annulaire (locus coeruleus) et du mésencéphale (SGPA) (Vibes, 2001b ; Willer, Bouhassira et Le Bars, 1995). Un système de rétroaction négative serait enclenché par l'application d'une stimulation nociceptive hétérotopique. Les neurones sérotoninergiques et noradrénergiques des différentes zones du tronc cérébral seraient activés et leurs influx chemineraient jusqu'à la moelle par le funiculus dorso-latéral. L'action inhibitrice de la sérotonine et de la noradrénaline se ferait alors de deux façons : soit directement sur le neurone nociceptif non spécifique postsynaptique de la corne dorsale, soit indirectement sur le neurone nociceptif non spécifique présynaptique par l'entremise d'un interneurone opioïdergique qui libérerait des enképhalines (fig. 12) (Marchand, 1998). Les CIDN ont un effet analgésique sur tous les neurones nociceptifs non spécifiques à la base de la voie spinoréticulaire hormis ceux dont les champs récepteurs sont concernés par la stimulation nociceptive initiale (Vibes, 2001b). Cela entraîne une inhibition généralisée, d'où le terme *diffus* (Le Bars et al., 1979a, 1979b ; Willer et al., 1989). De plus, l'inhibition n'affecte pas la transmission des influx des autres modalités sensorielles (Vibes, 2001b).



*Figure 12.* Représentation schématique des CIDN. La stimulation de divers substrats du tronc cérébral provoque une inhibition descendante agissant sur les neurones nociceptifs non spécifiques de la corne dorsale (Le Bars et Willer, 2004).

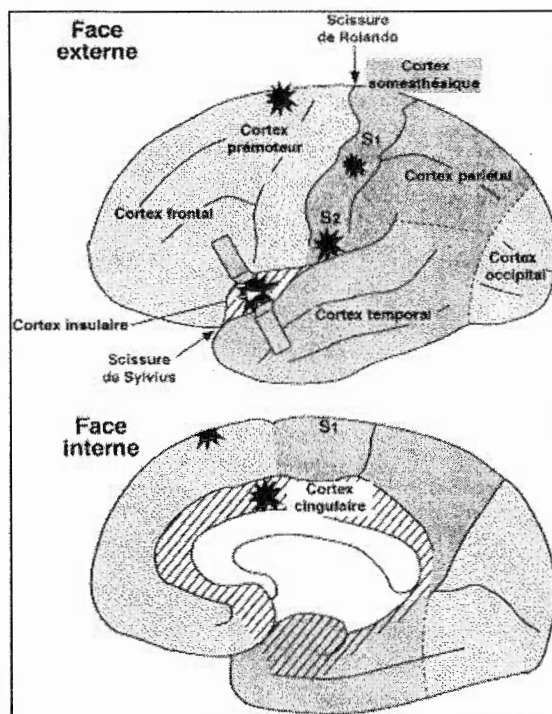
Les caractéristiques des CIDN sont : 1) la corrélation positive entre l'intensité de la stimulation conditionnante et l'ampleur du recrutement des CIDN; 2) l'importance des phénomènes de sommation spatiale et temporelle impliqués; 3) l'efficacité de tous les types de stimulations nociceptives (mécanique, thermique, électrique, chimique) ; 4) les effets analgésiques perdurant dans le temps, pouvant aller jusqu'à plusieurs jours après l'application de la stimulation hétérotopique (Willer et al., 1989).

Dans le contexte expérimental, il est possible d'étudier l'ampleur du recrutement des CIDN chez l'animal en enregistrant l'activité électrophysiologique de certaines populations de neurones (Willer et al., 1995). Chez l'humain, on peut aussi mesurer l'ampleur du recrutement des CIDN. La procédure expérimentale peut être la suivante : on cause une première douleur, puis on applique une stimulation nociceptive hétérotopique avec une intensité et des paramètres spatiaux requis pour causer le recrutement des fibres nociceptives (Marchand et Arsenault, 2002a; Willer et al., 1984, 1989). En comparant certaines réponses des participants, par exemple le seuil de douleur, avant et après l'application du stimulus hétérotopique, on peut mesurer l'ampleur du recrutement des CIDN. Si le seuil est plus élevé à la deuxième prise de données, l'inhibition par les CIDN aura été efficace, alors que si le seuil est semblable ou diminué, les CIDN n'auront pas été recrutés. À ce jour, deux études ont démontré que l'amplitude du recrutement des CIDN est moindre chez les personnes âgées que chez les jeunes adultes (Edwards et al., 2003a ; Washington et al., 2000) ; il est donc pertinent d'étudier le recrutement des CIDN sur le continuum de l'âge adulte en entier en ajoutant un troisième groupe d'âge : les adultes d'âge mûr.

Il y a de multiples façons de déclencher les CIDN et d'utiliser l'analgésie subséquente en clinique. En fait, l'inhibition résultante est utilisée de façon intuitive depuis des millénaires et constitue probablement la plus vieille technique de contrôle de la douleur (Marchand, 1998). Une panoplie de traitements anciens et modernes ont comme fondement la « contre-irritation ». L'acupuncture, la trépanation, l'application de ventouses et la moxibustion en sont des exemples (Wand-Tetley, 1956).

**4.6.3. Niveau cortical** Grâce aux techniques récentes d'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle (IRMf) et de tomographie par émission de positons (TEP), il a été démontré que plusieurs zones corticales modulent la perception de la douleur. Quand une stimulation nociceptive est appliquée sur une zone corporelle, les cortex cingulaire et insulaire et les cortex somatosensoriels primaire et secondaire (SI et SII) sont activés (fig. 13) (Le Bars et Willer, 2004). Les deux premières structures sont associées au système limbique qui fait le lien entre souvenirs et émotions et les deux

dernières sont associées à la discrimination somesthésique (Marchand, 1998). La perception de la douleur est donc le résultat de l'intégration d'une activité neuronale distribuée sur plusieurs lobes. On ne parle donc plus d'un centre de la douleur (théorie de la spécificité), mais plutôt d'une « matrice de la douleur » (Wager et al., 2004).



*Figure 13.* Activations corticales après l'application d'une stimulation nociceptive. Quatre principales zones sont activées. En ordre d'importance : cortex cingulé et insulaire, S1 et S2 (Le Bars et Willer, 2004).

Un des effets les plus tangibles de la modulation corticale est l'analgésie placebo (soulagement de la douleur quand on présente au patient des indices selon lesquels le traitement administré est efficace). Par exemple, il a été démontré que l'analgésie placebo diminue l'activité corticale de zones généralement stimulées par la douleur telles que S1, S2, le thalamus, l'insula et le cortex cingulaire antérieur, qui font partie de cette « matrice de la douleur » (Wager et al., 2004). Aussi, dans le cadre de la même étude, l'anticipation de la douleur causait une augmentation de l'activité du cortex

préfrontal qui exerce, selon toute probabilité, un contrôle sur l'activation de la matrice de la douleur (Wager et al., 2004). Dans le même ordre d'idées, le système olfactif étant anatomiquement lié au système limbique, des chercheurs ont tenté de comparer l'effet d'odeurs agréables (orange, menthe) avec celui d'odeurs désagréables (ammoniaque) sur la perception de la douleur. Ils ont ainsi découvert que les odeurs agréables diminuent la perception de la douleur chez les femmes, ce qui suggère l'influence du bulbe olfactif sur la perception de la douleur (Marchand et Arsenault, 2002b). Ces deux exemples démontrent que les effets de certaines techniques non pharmacologiques sont significatifs et permettent de comprendre des phénomènes qui étaient autrefois inexpliqués et discrédités.

#### **4.7. Douleur – conclusion**

En bref, la douleur est une expérience perceptuelle complexe puisque l'influx nociceptif est modulé tout au long de son parcours de la périphérie aux centres supérieurs. Cette modulation peut être une inhibition ou une amplification du signal et peut être influencée par les composantes psychologiques. Avant de faire le lien entre douleur et vieillissement, nous allons d'abord considérer la nature et l'apport de ces composantes psychologiques dans le contexte expérimental.

#### **5. Attentes des participants**

Certains facteurs psychologiques modulent la transmission de l'influx nociceptif et peuvent même avoir une influence inhibitrice, résultant en une analgésie placebo. Deux facteurs ont été principalement investigués, soit : le conditionnement de la réponse analgésique et les attentes par rapport à la perception future de la douleur (Finniss et Benedetti, 2005). Une revue exhaustive de quatorze études portant sur les mécanismes de l'analgésie placebo a établi que la taille de l'effet était moyenne pour le conditionnement et la suggestion (modification des attentes) alors qu'elle était large pour la combinaison du conditionnement et de la suggestion (Vase, Riley III et Price, 2002). D'autres auteurs avancent que les attentes expliquent à elles seules la puissance de l'analgésie placebo (Montgomery et Kirsch, 1997). En effet, il semble que les

attentes soient un médiateur parfait entre les expériences passées d'un patient et sa réaction à un traitement, puisque le conditionnement n'a pas d'influence quand les attentes sont statistiquement contrôlées (Montgomery et Kirsch, 1997). Le but de la présente étude n'étant pas de départager l'influence des attentes de celle du conditionnement, notre attention se porte seulement sur l'influence des attentes dans la perception de la douleur.

Il se pourrait que l'analgésie placebo soit moins importante dans un contexte expérimental que dans un contexte clinique. Charron, Rainville et Marchand (2005) voulaient comparer l'importance de l'effet placebo pour des douleurs expérimentales et cliniques. Les participants étaient des patients souffrant de douleurs lombaires chroniques. Lors de deux sessions expérimentales, les participants immergeaient deux fois leur main dans un bassin d'eau froide : une fois avant et une fois après l'injection de saline. L'injection de saline était soit présentée comme un analgésique puissant, soit aucune mention de pouvoir analgésique était mentionnée. Après l'injection, les attentes des participants quant à la perception future de la douleur étaient évaluées. Lors des deux sessions expérimentales, l'intensité et l'aspect désagréable de la douleur étaient évalués en rapport à la douleur expérimentale (bain d'eau froide) et à la douleur clinique (douleurs lombaires). Les chercheurs ont démontré que les attentes étaient un facteur médiateur important dans l'analgésie placebo perçue en rapport aux douleurs lombaires, alors qu'elles n'étaient pas liées à l'analgésie placebo perçue en rapport à la douleur expérimentale (Charron et al., 2005).

Bien qu'il soit possible que l'influence des attentes soit plus importante dans le milieu clinique, il est tout de même évident qu'elles ont un impact sur la perception de la douleur dans un contexte expérimental. Une étude de Price et collègues (1999) tentait d'analyser le rôle des attentes et du désir de soulagement par rapport à la douleur perçue. Les chercheurs ont « conditionné » des participants en leur disant que 1) une nouvelle lotion serait utilisée et que son efficacité pour soulager la douleur avait été démontrée dans d'autres universités ou 2) une nouvelle lotion serait utilisée. Les participants étaient distribués en deux groupes selon qu'ils avaient entendu la première

ou la deuxième explication. Il était considéré que le premier groupe avait un désir de soulagement élevé et que le deuxième groupe avait un faible désir de soulagement. Ensuite, tous les participants étaient exposés à de la douleur thermique. Trois lotions topiques analgésiques étaient alors présentées et appliquées aux deux groupes. Les chercheurs conditionnaient les attentes des participants en mentionnant que la lotion A était fortement analgésique (attentes élevées), la lotion B était faiblement analgésique (faibles attentes) et la lotion C était neutre. À l'analyse de la réponse douloureuse de ces différentes combinaisons, seules les attentes élevées (lotion A) entraînaient une diminution significative de l'intensité et de l'aspect désagréable de la douleur, sans tenir compte du groupe initial (désir élevé ou faible désir de soulagement). Bien que ces études considèrent la manipulation des attentes, il est pertinent, dans un contexte expérimental, de mesurer les attentes des participants par rapport à la douleur qui sera perçue. À notre connaissance, aucune étude n'a évalué la relation entre les attentes, la réponse des mécanismes inhibiteurs descendants et l'âge. Néanmoins, il est reconnu que les personnes âgées s'attendent à percevoir plus de douleur que les adultes plus jeunes (Gibson et al., 1994), ce qui pourrait avoir un impact sur le recrutement des mécanismes endogènes de contrôle de la douleur.

## **6. Impression de réduction/augmentation de la douleur**

L'impression de réduction de la douleur résulte de la comparaison entre une douleur présente avec une douleur passée (Marchand, 1998). Cette mesure est souvent utilisée dans le domaine clinique sous la forme de questions telles que « est-ce que ça va mieux? » ; l'impression de réduction de la douleur fait donc appel à la mémoire des patients (Marchand, 1998). Il est reconnu que cette mesure peut être biaisée puisque les patients surestiment souvent l'intensité ou l'aspect désagréable des douleurs passées (Marchand, 1998). Idéalement, la douleur devrait être évaluée au moment présent, sans tenter de la comparer aux douleurs passées. Néanmoins, cette mesure est pertinente puisqu'elle représente la perception d'un individu face à des processus neurophysiologiques qui semblent hors de son contrôle. Une étude a ciblé la relation entre le recrutement des CIDN et l'impression de réduction de la douleur. Edwards,

Ness, Weigent et Fillingim (2003b) ont évalué le lien entre plusieurs variables cliniques (impression de réduction de la douleur, stress, perception de la santé, sentiment de contrôle, humeur, etc.) et l'amplitude du recrutement des CIDN après un test de sommation temporelle chez deux groupes d'âge : des jeunes adultes (moyenne d'âge : 21,6 ans) et des « adultes vieillissant » (moyenne d'âge : 63,1 ans). Sur toutes les variables étudiées, seuls l'âge et l'impression de réduction de la douleur étaient liés à l'amplitude du recrutement des CIDN, expliquant un peu moins de 20 % de la variance de la réponse. Les auteurs n'ont pas discuté l'implication de ce résultat. Une limite importante du modèle expérimental d'Edwards et collègues (2003b) est que la perception était évaluée en ratifiant sur une échelle de 1 à 10 à quel point l'immersion avait diminué la douleur ressentie avec la thermode. La réponse pouvait donc aller dans une seule direction; la deuxième douleur ne pouvait pas être augmentée par rapport à la première.

## **7. Douleur et vieillissement - conclusion**

Ce n'est que depuis peu que l'on s'intéresse à la perception de la douleur des personnes âgées. Les études réalisées au courant des dernières décennies démontrent que les personnes âgées ont généralement un seuil de douleur plus élevé et un seuil de tolérance plus bas que les jeunes adultes. Une des explications possibles pour ces différences serait un déficit des mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur, spécifiquement des CIDN (Gibson et Helme, 2001). Ceci représente une piste importante à explorer pour plusieurs raisons : la population vieillie (Statistique Canada, 2004), les personnes âgées rapportent une prévalence importante de douleurs chroniques (Crook et al., 1984), les études antérieures sur la réponse des CIDN sont peu nombreuses et comportent des faiblesses méthodologiques (Edwards et al., 2003a ; Washington et al., 2000) et le lien entre attentes, impression de réduction/augmentation de la douleur et amplitude du recrutement des CIDN a été peu exploré (Edwards et al., 2003b).



## 8. Objectif de la recherche

La recension des écrits démontre que le poids sociodémographique des personnes âgées ira en augmentant durant les deux prochaines décennies et que ces personnes présentent des maux douloureux souvent différents du reste de la population. Cette différenciation pourrait être causée par un déclin des CIDN au cours de l'âge adulte.

Cette recherche vise à reproduire les résultats de Washington et collègues (2000) et d'Edwards et collègues (2003a) en intégrant un autre groupe d'âge (adultes d'âge mûr) et en étudiant le rôle des attentes et de l'impression de réduction/augmentation de la douleur dans le recrutement des CIDN.

Les objectifs spécifiques de cette recherche sont donc de comparer, à l'aide d'approches psychophysiques, l'intégrité fonctionnelle des mécanismes endogènes de contrôle de la douleur, le seuil de douleur ainsi que les réponses aux stimulations nociceptives et non nociceptives de trois groupes d'âge. Aussi, les attentes et l'impression de réduction/augmentation de la douleur seront des facteurs considérés en rapport avec l'amplitude de la réponse analgésique.

## 9. Formulation des hypothèses

Plus précisément, cinq hypothèses seront explorées :

H<sub>1</sub> : L'amplitude du recrutement des *contrôles inhibiteurs diffus induits par stimulations nociceptives* (CIDN) est différente pour les trois groupes d'âge (20-35, 40-55 et 60-75 ans).

H<sub>2</sub> : Le seuil de douleur thermique est différent pour les trois groupes d'âge.

H<sub>3</sub> : La perception thermique nociceptive et non-nociceptive est différente pour les trois groupes d'âge.

H<sub>4</sub> : Les attentes des participants par rapport à l'effet des CIDN sont corrélées à l'amplitude de la réponse analgésique.

H<sub>5</sub> : L'impression de réduction/augmentation de la douleur par rapport à l'effet des CIDN est corrélée à l'amplitude de la réponse analgésique.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Participants

Un total de 67 personnes (24 jeunes adultes, 20 adultes d'âge mûr et 23 personnes âgées) ont été recrutées par l'entremise de messages électroniques et de publicités affichées sur des babillards où ces groupes étaient présents (Cégep, Université, Clubs de l'Âge d'Or). Lors d'un appel téléphonique, l'éligibilité des participants potentiels a été vérifiée. Pour pouvoir participer, les individus devaient être âgés de 20 à 35 ans, de 40 à 55 ans et de 60 à 75 ans et être en bonne santé. Ils ont été exclus s'ils présentaient les caractéristiques suivantes :

- pathologies douloureuses chroniques ou récurrentes;
- maladies du système cardiorespiratoire (hypertension, infarctus, maladie de Raynaud);
- maladies du système endocrinien et métabolique (diabète, insuffisance rénale, maladie de Chron);
- neuropathies;
- participantes enceintes ou allaitant;
- consommation de drogues;
- alcoolisme;
- consommation des médicaments suivants : analgésiques, tranquillisants, anti-dépresseurs, anti-psychotiques ou autres agents ayant un effet sur le système nerveux central et sur la perception de la douleur.

Avec l'avancement en âge, il s'est avéré plus ardu de recruter des participants en parfaite santé. Les critères ont dû être adaptés aux conditions présentées par le groupe des adultes d'âge mûr et par le groupe des aînés. Cette flexibilité était justifiée par une vaste étude épidémiologique (Harkins et al., 1990). Les résultats de cette étude étaient les suivants : les maux de dos, les maux de tête et les migraines étaient plus fréquents à l'âge mûr et touchaient entre 20 et 40 % des individus, alors que l'arthrite et les rhumatismes étaient plus fréquents à un âge avancé et touchaient entre 40 et 60 % de

cette population. Dans une autre étude (Scudds et Ostbye, 2001), les problèmes cardiaques et l'hypertension étaient plus fréquents chez les personnes âgées, les concernant dans une proportion de 32 et 36 % respectivement. Quelques problèmes de santé ont donc été tolérés chez les adultes d'âge mûr et chez les personnes âgées conditionnellement à ce qu'ils ne soient pas jugés comme étant « sévères ». Ainsi, deux participants du groupe d'âge mûr présentaient des douleurs récurrentes (tendinite, dorsalgie). Dans le groupe des personnes âgées, cinq personnes présentaient diverses douleurs (arthrose, arthrite et dorsalgie), trois personnes souffraient de diabète de type II à un stade peu avancé, deux hommes avaient souffert d'infarctus du myocarde plusieurs années auparavant et six individus présentaient de l'hypertension artérielle contrôlée. Même si les critères d'exclusion n'ont pas été totalement respectés dans certains cas, l'échantillon était tout de même composé d'individus en bonne santé, relativement à chaque groupe d'âge.

Des 67 participants initialement recrutés, quatre personnes (deux jeunes femmes, une femme et un homme âgés) n'ont pas été capables d'immerger leur main dans l'eau froide suffisamment longtemps pour permettre le recrutement des CIDN, deux participantes (une jeune femme et une femme âgée) ont confondu les échelles d'évaluation et un jeune participant avait des douleurs lombaires chroniques sévères qu'il avait omis de mentionner lors de l'appel téléphonique.

L'échantillon final était composé de 60 participants. Le groupe des jeunes adultes (20-35 ans) comprenait 10 hommes (moyenne  $\pm$  écart-type :  $25,6 \pm 4,25$  ans) et 10 femmes ( $25,1 \pm 4,7$ ) et la moyenne d'âge globale était de  $25,4 \pm 4,2$  ans. Le groupe des adultes d'âge mûr (40-55 ans) comprenait 10 hommes ( $45,9 \pm 4,4$ ) et 10 femmes ( $48,1 \pm 4,1$ ) et la moyenne d'âge globale était de  $47,0 \pm 4,5$  ans. Le groupe des personnes âgées (60-75 ans) comprenait 10 hommes ( $70,1 \pm 3,0$ ) et 10 femmes ( $66,1 \pm 3,6$ ) et la moyenne d'âge générale était de  $68,1 \pm 3,8$  ans. Tous les participants étaient natifs du Canada, Caucasiens et 93,3 % se disaient non-fumeurs.

Chaque participant a reçu 25 \$ pour la réalisation d'une session expérimentale d'une durée moyenne de 1h15. Au préalable, la procédure expérimentale avait été approuvée

par le Comité d'éthique de la recherche impliquant des êtres humains de l'Université du Québec en Abitibi-Témiscamingue (UQAT).

## **2. Matériel**

### **2.1. Questionnaire sociodémographique**

Un questionnaire de trois pages comprenant des questions sur la santé des participants (grandeur, poids, cycle menstruel, etc.) et des questions sociodémographiques (revenu, scolarité, etc.) a été créé et utilisé pour évaluer l'impact de ces variables sur la perception de la douleur (voir appendice A). Le temps de passation était de cinq minutes.

### **2.2. Mini-Mental State Examination**

Le *Mini-Mental State Examination* (MMSE; Folstein, Folstein et McGugh, 1980) est un outil couramment utilisé pour évaluer le fonctionnement cognitif des adultes. Ce questionnaire comprend 11 questions divisées en deux sections; la première requiert des réponses verbales sur des questions d'orientation, de mémoire et d'attention. La deuxième section cible les habiletés de nommer, de suivre des consignes écrites et orales, d'écrire une phrase et de copier deux polygones (McDowell et Newell, 1996). Une étude pancanadienne a comparé les figures de validité et de fiabilité de cet outil chez deux populations : Canadiens-anglais et Canadiens-français. La validité et la fiabilité étaient similaires pour les deux groupes (McDowell, Kristjansson, Hill et Hébert, 1997).

D'un point de vue clinique, un résultat inférieur à 22 (Chibnall et Tait, 2001) ou 24 (McDowell et Newell, 1996) sur 30 suggère généralement une atteinte cognitive. Le but de la présente étude n'étant pas de dépister des troubles cognitifs, mais bien de sélectionner des sujets sains, un pointage pondéré de 26 a été la limite permettant d'assurer que ces participants étaient sains de façon cognitive. Cette limite a été établie en rapport avec une autre étude utilisant une méthodologie semblable et avec des participants âgés entre 22 et 87 ans (Washington et al., 2000). Dans cette étude, un

pointage minimum de 25 sur 30 était requis pour pouvoir participer ; néanmoins, tous les participants ont obtenu un résultat supérieur à 28, ce qui nous a incité à établir la limite à 26 sur 30 (pointage pondéré). Le temps requis pour l'administration du MMSE était de 5 à 10 minutes.

### **2.3. Thermode**

Les stimulations thermiques ont été générées par le dispositif Medoc Neuro Sensory Analyzer Model, contrôlé par ordinateur (TSA-2001 ; Ramat Yishai, Israël). Le dispositif était relié à un stimulateur de style peltier. Cette « thermode » de 3 cm<sup>2</sup> a été en contact avec la peau du mollet gauche (gastrocnémien) des participants. Des stimulations thermiques sous forme de chaleur nociceptive et non nociceptive ont été émises. Quatre températures étaient présentées à quatre reprises, pour un total de 16 stimulations. Chaque stimulation avait une durée de 5 s avec un temps interstimulus de 10 s. La température de base de la thermode était de 32 °C. Les changements rapides de température étaient assurés par le principe Peltier. Le taux d'augmentation pour atteindre la température ciblée était de 10 °C/s et le taux de diminution vers la température de base était identique. Chaque test avait une durée de 4 min 45 s.

### **2.4. Échelles pour mesurer les perceptions de chaleur et de douleur**

Pour évaluer les perceptions thermiques nociceptives et non nociceptives des participants, des échelles visuelles analogiques (EVA) pairées à des descripteurs numériques et verbaux ont été utilisées. Ce type d'échelle a été validé pour l'évaluation autant de l'intensité que de l'aspect désagréable de la douleur, que ce soit dans un contexte expérimental ou clinique (Price, McGrath, Rafii et Buckingham, 1983). La particularité de ce type d'échelles est que les nombres sur l'échelle divisée en proportion (*ratios*) représentent de réelles proportions de magnitude perceptuelle (Price et Harkins, 1992). Par exemple, si un participant évalue une première douleur à 80 sur 100 et que la deuxième douleur est évaluée à 40 sur 100, on peut affirmer que sa perception de la douleur a diminué de 50 %. Les EVA peuvent être horizontales ou

verticales. Une étude a démontré que les personnes âgées ont plus de facilité à conceptualiser la représentation verticale (Herr et Mobily, 1993).

Dans le cadre du présent projet, les participants ont évalué leurs perceptions selon deux dimensions : chaleur et douleur. L'échelle de chaleur était une échelle verticale de 0 à 100, où 0 signifiait « aucune chaleur » et 100 signifiait « extrêmement chaud ». Il n'y avait pas d'évaluation de l'aspect désagréable lié à la chaleur. Pour évaluer la douleur, deux échelles ont été utilisées. La première mesurait l'intensité et la seconde, l'aspect désagréable. L'échelle d'intensité était une échelle verticale de 0 à 100, où 0 signifiait « aucune douleur » et 100 signifiait « le plus intense que je puisse imaginer ». L'échelle mesurant l'aspect désagréable était une échelle verticale de 0 à 100, où 0 signifiait « pas du tout désagréable » et 100 signifiait « le plus désagréable que je puisse imaginer ». En résumé, les participants ont évalué leur perception thermique à l'aide de trois échelles. Quand ils percevaient uniquement de la chaleur, ils utilisaient l'échelle de chaleur. Quand ils percevaient de la douleur thermique, ils utilisaient les échelles d'intensité et d'aspect désagréable. D'autres chercheurs ont déjà évalué la perception thermique avec des échelles semblables (Marchand, Bushnell, Molina-Negro, Martinez et Duncan, 1991).

## **2.5. Bassin d'eau froide**

Dans le but de créer une douleur hétérotopique (sur un autre dermatome que la « première douleur », où la thermode était appliquée), la main droite des participants a été immergée dans un bassin d'eau froide. Ce bassin de type « glacière » était de forme rectangulaire (30 cm par 61 cm) et composé de plastique robuste. Ce bassin était relié à un circulateur Neslab RTE-211 (Neslab Instruments inc., Newington, États-Unis) muni d'une pompe : un tuyau acheminait l'eau du bassin vers le circulateur et l'autre amenait l'eau refroidie vers le bassin. Une sonde liée à un thermomètre était en permanence immergée dans le bassin dans le but d'ajuster la température du refroidisseur et du bassin par ricochet. C'est ainsi que l'eau du bassin a été maintenue à  $7,0 \pm 0,2$  °C pour toute la durée de l'immersion.

Quand la température varie entre 0 et 7 °C et que l'immersion est relativement de courte durée (en général à cause de l'intense douleur produite), la procédure porte le nom de « cold pressor task » (Mitchell, MacDonald et Brodie, 2004). Cette procédure permet le recrutement des CIDN puisque la stimulation nociceptive a lieu sur une période de temps appréciable (quelques minutes) (Willer et al., 1989), que le froid agit sur une plus grande surface corporelle que la thermode (Marchand et Arsenault, 2002a) et que l'intensité de la douleur produite est considérable (Mitchell et al., 2004), le temps, la zone stimulée et l'intensité de la stimulation étant des facteurs importants dans le recrutement de ce système endogène.

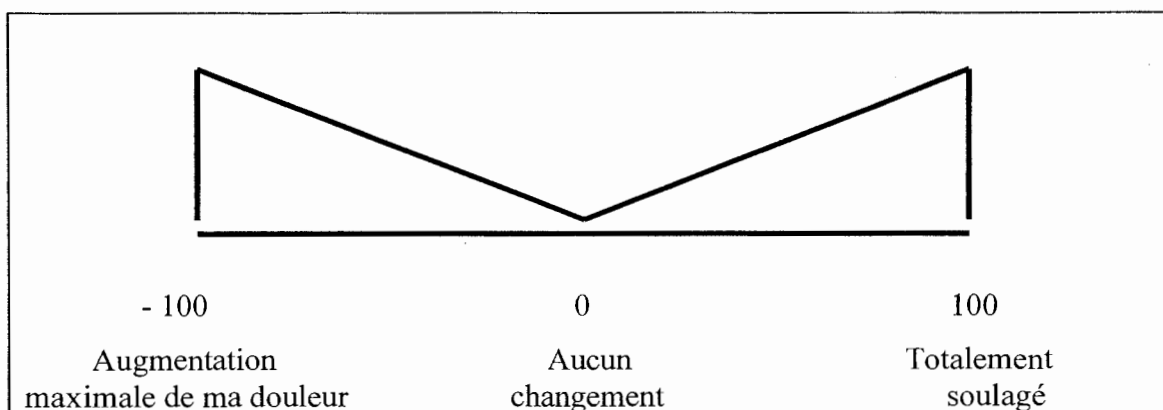
Avec le temps et la surface corporelle sollicitée, la température est un autre facteur à considérer. Il est reconnu que l'immersion dans de l'eau froide nociceptive est plus efficace pour recruter les CIDN que l'immersion de la main dans de l'eau chaude nociceptive (Willer et al., 1984 ; Watanabe, Kakigi, Hoshiyama, Kitamura, Koyama et Shimojo, 1996). Aussi, Morin et Bushnell (1998) ont observé que la perception douloureuse du froid nociceptif dépend de la température sous-cutanée, alors que la perception du chaud, du froid et de la chaleur nociceptive semble dépendre dans une plus large mesure de la température cutanée superficielle, ce qui cause une variabilité indésirable dans les résultats. Ces études favorisent donc l'utilisation de l'eau froide nociceptive au lieu de l'eau chaude nociceptive.

Le fait que l'eau soit circulante ou non peut aussi modifier la perception de la douleur. Lorsque l'eau froide est circulante, le seuil de tolérance à la douleur est plus bas que lorsque l'eau ne circule pas, cette dernière condition permettant un réchauffement local de l'eau autour de la main et une diminution de la perception de la douleur par le fait même (Mitchell et al., 2004).

## **2.6. Échelle d'évaluation des attentes**

Les attentes des participants quant à la douleur qui allait être ressentie durant le deuxième test de la thermode (comparativement au premier test) ont été évaluées. Voici la question qui leur était posée : « Croyez-vous que l'immersion de votre main

dans l'eau froide changera la douleur du deuxième test comparativement au premier test à la thermode? ». L'échelle utilisée contenait les valeurs numériques entre -100 et 100, où -100 signifiait « augmentation maximale de ma douleur », 0 signifiait « aucun changement » et 100 signifiait « totalement soulagé » (fig. 14). L'échelle était présentée et les participants exprimaient verbalement un nombre correspondant à leurs attentes. Cette échelle a été adaptée à partir de l'échelle utilisée dans l'évaluation de l'École interactionnelle du dos (Charest, Chenard, Lavignolle et Marchand, 1996). Une échelle identique a été utilisée dans une étude portant sur l'effet placebo dans des contextes expérimental et clinique (Charron et al., 2005). D'autres auteurs (Price et al., 1999) ont utilisé une échelle unidirectionnelle et n'ont pas considéré que la douleur puisse être augmentée par la stimulation hétérotopique.



## 2.7. Échelle d'évaluation de l'impression de réduction/augmentation de la douleur

Après le deuxième test de la thermode, la même échelle que celle utilisée pour mesurer les attentes a été employée, mais cette fois-ci, pour mesurer l'impression de réduction ou d'augmentation de la douleur. La question suivante a été posée aux participants : « Par rapport à la douleur due au premier test de la thermode que vous avez complété, comment qualifieriez-vous la douleur que vous venez de ressentir lors de ce deuxième



test (diminuée, inchangée ou augmentée)? » (fig. 14). Les participants exprimaient verbalement un nombre correspondant à leur impression de réduction/augmentation de la douleur.

### **3. Déroulement**

Lors de l'appel téléphonique ayant pour objectif de vérifier l'éligibilité des participants et de convenir de la date et de l'heure de l'expérimentation, la chercheuse demandait aux participants de s'abstenir de boire de l'alcool la veille et le jour même de l'expérimentation, et de restreindre leur consommation de café ou de thé le jour de l'expérimentation.

À leur arrivée au laboratoire, la chercheuse a expliqué le but de l'étude, la procédure, les risques et bénéfices et d'autres éléments contenus dans le formulaire de consentement. Elle a ensuite remis une copie du formulaire de consentement (voir appendice B) aux participants et l'a lu avec eux. Elle leur a laissé le temps de poser toutes les questions qu'ils auraient pu avoir concernant la procédure, les buts de la recherche, etc. Puis, les participants ont signé le formulaire de consentement et ont été installés sur une chaise confortable. Pour expliquer la distinction entre intensité et aspect désagréable, des exemples ont été présentés [1) un accouchement étant souvent associé à un événement heureux, une femme qui accouche perçoit une forte intensité, mais un faible aspect désagréable de la douleur ; 2) un homme qui a des antécédents familiaux de cancer du côlon et qui ressent des douleurs abdominales de faible intensité peut associer à ses douleurs un fort aspect désagréable]. Il a aussi été mentionné que la perception de la douleur est unique à un individu dans un contexte donné et que les participants étaient les seuls juges de leur perception. Ensuite, la chercheuse a expliqué les trois échelles d'évaluation de la perception thermique (chaleur ; douleur : intensité/aspect désagréable).

Puis, le Mini-Mental State Examination a été administré. Si un participant avait moins de 26 sur 30, il était prévu que la chercheuse évaluerait quelques températures avec la thermode, lui remettrait le montant d'argent prédéterminé et lui donnerait congé. Si le

participant obtenait 26 ou plus, un premier prétest de thermode avec des températures ascendantes était présenté (températures entre 42 et 50 °C). Après chaque stimulation, les participants devaient évaluer si la stimulation correspondait à de la chaleur ou de la douleur ; s'ils percevaient de la chaleur, ils donnaient une évaluation (entre 0 et 100) ; s'ils percevaient de la douleur, ils donnaient deux évaluations (intensité et aspect désagréable, tout deux entre 0 et 100). Un deuxième prétest avec les mêmes températures présentées cette fois de façon aléatoire (une reprise pour chaque température pour un total de 10 stimulations) a permis de déterminer le seuil de douleur des participants, ce qui indiquait lequel des quatre programmes devait être utilisé pour la suite de l'expérimentation. Le but était de choisir un programme pour lequel deux températures se trouveraient en dessous du seuil de douleur et deux températures se trouveraient au dessus de ce seuil. Par exemple, si le graphique résultant du deuxième prétest identifiait 46 °C comme étant le seuil de douleur, le programme 2 était utilisé puisque ses températures avaient comme valeurs 44, 45.5, 47 et 48.5 °C (tableau 5). Durant les quelques minutes que prenait l'analyse des résultats du second prétest, les participants ont complété le questionnaire sociodémographique.

Tableau 5

*Programmes (et leurs températures) utilisés avec la thermode*

	T1	T2	T3	T4
Prog. 1	42.5	44	45.5	47
Prog. 2	44	45.5	47	48.5
Prog. 3	45.5	47	48.5	50
Prog. 4	47	48.5	50	51.5

Le programme sélectionné a été utilisé pour les trois tests avec la thermode (avant, pendant et après l'immersion). Avant le premier test avec la thermode, un carré avait été dessiné sur le mollet à l'aide d'un crayon gras, divisé en quatre et numéroté (1, 2, 3, 4, sens horaire) dans le but de varier la localisation de la thermode et de limiter la

sensibilisation. Puis, le premier test de la thermode a été effectué. Chaque stimulation durait cinq secondes et il y avait une pause de dix secondes entre chacune d'elles, ce qui assurait un repos d'une minute entre chaque exposition d'une même zone à la chaleur. Une température donnée était présentée une seule fois sur chacune des quatre zones. Il y avait donc quatre présentations pour chaque température, pour un total de 16 stimulations par test. Le protocole était identique pour les deux autres tests avec la thermode, mais l'ordre de présentation des températures était varié de façon pseudo-aléatoire à l'intérieur de chaque test.

En guise de prétest avant l'immersion, les participants ont immergé leur main pendant 15 s dans le bassin d'eau froide et ils ont évalué leur perception douloureuse à l'aide de l'échelle d'intensité de la douleur. Les participants étaient assis sur une chaise confortable et leur avant-bras était appuyé sur le rebord en mousse du bassin. L'eau froide du bassin était circulante. Durant une pause de deux minutes, les participants ont ensuite évalué leurs attentes par rapport au changement que l'immersion dans l'eau froide entraînerait sur leur perception thermique au second test de la thermode. Puis, les participants ont immergé leur main droite dans le bassin d'eau froide ( $7,0 \pm 0,2$  °C) pour une période de 5 min 30 s à 8 min. Le temps d'immersion était variable, car la chercheuse attendait que la perception douloureuse des participants ait atteint un niveau stable et élevé avant de commencer le deuxième test de la thermode. Pour ce faire, la perception de l'intensité de la douleur a été évaluée à chaque 15 s jusqu'à ce que les évaluations soient constantes (deux évaluations subséquentes identiques). Puis, la thermode a été appliquée sur le mollet pour le deuxième test de la thermode. À la fin de ce test, les participants ont évalué leur perception de l'intensité de la douleur de la main immergée, ont retiré leur main de l'eau, l'ont entouré d'une serviette et le temps d'immersion a été noté. Un laps de temps de cinq minutes était prévu avant le troisième test de la thermode. Durant cette pause, la chercheuse demandait aux participants si l'immersion dans l'eau froide avait changé la perception thermique ressentie lors du deuxième test de la thermode comparativement à celle ressentie lors du premier test (impression de réduction/augmentation de la douleur). Puis, le troisième test de la thermode a été effectué. Globalement, la session expérimentale avait une durée

d'environ une heure et quart (fig. 15). Avant de partir, les participants ont reçu le montant d'argent prédéfini.

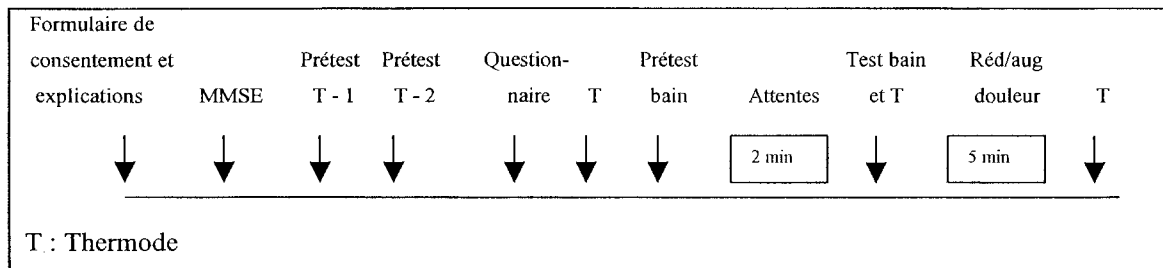


Figure 15. Représentation schématique de la procédure expérimentale.

## 4. Analyse des données

### 4.1. Participants

Les caractéristiques sociodémographiques des participants (revenu net et niveau de scolarité) ont été mises sous forme de catégories. Les analyses ont été faites avec des tests du khi deux.

### 4.2. Stimulation hétérotopique

Le temps d'immersion a été noté lorsque les participants ont retiré leur main du bassin d'eau froide. Une ANOVA à un facteur [âge (jeune, âge mûr, âgé)] a permis de vérifier si le temps d'immersion était différent pour les trois groupes d'âge.

Deux ANOVA à un facteur [âge (jeune, âge mûr, âgé)] ont été effectuées pour comparer la perception nociceptive des trois groupes d'âge 30-45 s après le début de l'immersion et avant le retrait de la main de l'eau froide (à environ 6 min).

### 4.3. Seuil de douleur thermique

Les seuils de douleur avant, pendant et après l'immersion (un seuil par test de la thermode) ont été extrapolés à partir des graphiques réunissant l'intensité des perceptions nociceptives et non nociceptives. Le seuil de douleur se trouvait à « 50 »

(0-49 : chaleur et 50-100 : douleur) et la température correspondante était identifiée pour chaque participant.

Une ANOVA à mesures répétées a été faite avec le groupe d'âge comme facteur inter-sujets (jeune, âge mûr et âgé) et le moment comme facteur intra-sujets (avant, pendant et après). Les comparaisons post hoc ont été effectuées à l'aide du test de Scheffé et des contrastes planifiés.

#### **4.4. Analgésie et seuil de douleur thermique**

Dans le but de comparer l'analgésie produite par l'immersion de la main dans le bassin d'eau froide pour les trois groupes d'âge, le changement entre les seuils de douleur a été calculé pour « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion. Les formules étaient les suivantes :

$$\text{changement « avant-pendant » l'immersion} = \frac{(\text{seuil avant} - \text{seuil pendant})}{\text{seuil avant}}$$

$$\text{changement « avant-après » l'immersion} = \frac{(\text{seuil avant} - \text{seuil après})}{\text{seuil avant}}$$

Des ANOVA à un facteur ont permis de comparer les changements « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion en fonction du groupe d'âge. Le test de Scheffé a été utilisé pour les comparaisons post hoc.

#### **4.5. Perception thermique nociceptive et non nociceptive**

Initialement, les échelles visuelles analogiques étaient numérotées comme suit : la chaleur était évaluée sur une échelle de 0 à 100 et les deux composantes de la douleur (intensité et aspect désagréable) étaient aussi évaluées sur des échelles de 0 à 100. Les échelles ont été reconverties pour que les perceptions nociceptives et non nociceptives soient représentées sur un même graphique, avec 50 comme seuil de douleur. En d'autres mots, de 0 à 49, les participants ressentaient de la chaleur. À partir de 50 et jusqu'à 100, les participants percevaient de la douleur. Cette méthode a été utilisée

avec succès par d'autres auteurs (Marchand et al., 1991; Talbot, Duncan, Bushnell et Boyer, 1987). L'avantage principal de cette méthode est qu'elle permet de mesurer en même temps le seuil de douleur et les perceptions nociceptives et non nociceptives. L'aspect désagréable a aussi été reconverti pour suivre l'échelle « chaleur – douleur » et ses valeurs allaient de 50 à 100.

Une moyenne des évaluations des quatre présentations sur le mollet a été calculée pour chaque température, autant pour l'intensité que pour l'aspect désagréable de la douleur.

Une ANOVA à mesures répétées a été effectuée avec comme facteur inter-sujets le groupe d'âge (jeunes, âge mûr et âgé) et comme facteurs intra-sujets le moment (avant, pendant et après l'immersion) et la température (T1, T2, T3 et T4). Lorsque nécessaire, des analyses supplémentaires ont été réalisées à l'aide de contrastes planifiés et du test de Scheffé. Les mêmes tests ont été effectués pour l'intensité et pour l'aspect désagréable de la douleur.

#### **4.6. Analgésie et perception thermique**

Dans le but de comparer les changements dans l'intensité de la perception thermique causés par la stimulation hétérotopique, et ce, pour les trois groupes d'âge, une proportion de changement a été calculée pour les quatre températures. Les formules étaient les suivantes :

$$\text{changement « avant-avant » l'immersion à T1} = \frac{(\text{moy. T1 avant} - \text{moy. T1 pendant})}{\text{moy. T1 avant}}$$

$$\text{changement « avant-après » l'immersion à T1} = \frac{(\text{moy. T1 avant} - \text{moy. T1 après})}{\text{moy. T1 avant}}$$

Ces deux calculs étaient effectués pour les autres températures (T2, T3 et T4).

Des ANOVA à un facteur ont permis de comparer la proportion de changement en fonction du groupe d'âge, et ce, pour chaque température. Les analyses complémentaires ont été réalisées à l'aide de contrastes planifiés et du test de Scheffé.

#### **4.7. Attentes et impression de réduction/augmentation de la douleur**

Les données sur les attentes et l'impression de réduction/augmentation de la douleur ont été recueillies auprès des participants et conservaient leur signe (négatif ou positif) pour les analyses subséquentes.

Des analyses de corrélation et de régression ont permis d'établir quelles étaient les relations entre les variables continues suivantes : attentes, impression de réduction/augmentation de la douleur, analgésie au seuil de douleur et âge.

Pour toutes les analyses statistiques, une probabilité de moins de 5 % a été considérée comme étant significative ( $p < 0.05$ ). Le logiciel SPSS a été utilisé pour effectuer toutes les analyses (SPSS Inc., 2003, version 12.0).

## RÉSULTATS

### 1. Participants

Une seule différence a été mise en évidence entre les trois groupes d'âge et elle concernait le niveau de scolarité. En effet, les groupes de jeunes adultes et d'adultes d'âge mûr détenaient plus de diplômes collégiaux et universitaires que le groupe âgé ( $p < 0.001$ ). Cette plus grande scolarisation des jeunes groupes représente probablement un effet de cohorte : le niveau de scolarisation augmente de génération en génération (Vézina et al., 1995). Les groupes ne différaient pas quant aux autres caractéristiques sociodémographiques (revenu net, pays d'origine, ethnie, consommation de tabac).

### 2. Stimulation hétérotopique

Les participants ont immergé leur main droite dans un bassin d'eau froide pour une durée moyenne de 6 min 2 s (minimum : 5 min 25 s ; maximum : 7 min 51 s) dans le but de causer une stimulation nociceptive hétérotopique, c'est-à-dire une stimulation en un emplacement autre que celui utilisé pour les stimulations thermiques de la thermode. Les jeunes adultes ont immergé leur main pour une durée moyenne de 5 min 53 s ( $\pm 17$  s), les adultes d'âge mûr pour une durée moyenne de 6 min 11 s ( $\pm 32$  s) et les personnes âgées pour une durée moyenne de 6 min 2 s ( $\pm 25$  s). Cette durée assurait la stabilisation de la perception nociceptive liée à l'immersion de la main dans l'eau froide : ce n'est que lorsque les évaluations des participants étaient stables que le second test de la thermode était entamé. La main des participants demeurait immergée pour la durée totale du second test de la thermode. Les trois groupes d'âge ne différaient pas quant au temps d'immersion, mais une tendance vers une plus longue durée d'immersion des adultes d'âge mûr était présente ( $F = 2.664$ ,  $p = 0.078$ ).

Deux des évaluations de la douleur causée par l'immersion de la main dans l'eau froide étaient recueillies : celle immédiatement avant le second test de la thermode (environ 30 secondes après le début de l'immersion) et celle immédiatement après (environ 6 min après le début de l'immersion). Avant le début du second test thermique, les



jeunes percevaient des niveaux plus élevés de douleur que les personnes âgées ( $F = 4.149$ ,  $p = 0.021$ ). En effet, l'évaluation de la douleur était plus élevée chez les jeunes adultes que chez les personnes âgées ( $p = 0.029$ ), mais les évaluations des jeunes adultes et des adultes d'âge mûr ( $p = 0.838$ ) et celles des adultes d'âge mûr et des personnes âgées ( $p = 0.110$ ) étaient comparables. Après le second test de la thermode, cette différence initiale n'était plus significative ( $F = 2.310$ ,  $p = 0.108$ ) (tableau 6). En résumé, mis à part une différence initiale, la perception nociceptive due à l'immersion de la main n'était pas différente entre les trois groupes de participants. Ces résultats confirment ceux obtenus par Edwards et collègues (2003a).

Tableau 6

*Perception de la douleur thermique lors de l'immersion (EVA douleur de 0 à 100)*

	30 s	6 min
Jeunes adultes	70.25 ( $\pm 15.25$ )	63.50 ( $\pm 29.61$ )
Adultes d'âge mûr	66.45 ( $\pm 24.43$ )	55.85 ( $\pm 35.94$ )
Personnes âgées	52.80 ( $\pm 19.71$ )	42.60 ( $\pm 27.13$ )
Moyenne	63.17 ( $\pm 21.20$ )	53.98 ( $\pm 31.80$ )

### 3. Seuil de douleur thermique

Le moment auquel le seuil de douleur thermique a été mesuré (avant, pendant et après l'immersion de la main dans l'eau froide) ainsi que l'âge des participants (jeune, âge mûr et âgé) ont eu des effets significatifs sur le seuil de douleur thermique ( $F = 12.174$ ,  $p < 0.0001$  ;  $F = 10.168$ ,  $p < 0.0001$ , respectivement). En effet, le seuil de douleur mesuré sur le mollet augmentait durant l'immersion (de  $46.89 \pm 1.60$  °C à  $47.36 \pm 1.54$  °C), puis diminuait cinq minutes après l'immersion ( $46.99 \pm 1.68$  °C), pour revenir à une valeur semblable au seuil de douleur avant l'immersion (tableau 7, appendice C). De plus, le seuil de douleur des jeunes adultes était significativement plus bas ( $46.05 \pm 1.27$  °C) que ceux des adultes d'âge mûr et des personnes âgées

( $47.69 \pm 1.31$  °C et  $47.86 \pm 1.43$  °C) ( $p = 0.003$  et  $p = 0.001$ , respectivement), alors qu'aucune différence n'apparaissait entre les seuils de douleur de ces deux derniers groupes ( $p = 0.940$ ) (tableau 8) (fig. 16). Étant donné qu'il n'y avait pas de différence entre ces deux derniers groupes, leur seuil a été combiné et comparé à celui des jeunes adultes. À tous les moments (avant, pendant et après l'immersion), le seuil de douleur combiné des personnes âgées et des adultes d'âge mûr était plus élevé que celui des jeunes adultes (tableau 9, appendice C).

Tableau 8

*Moyennes des seuils de douleur thermique des jeunes adultes, adultes d'âge mûr et personnes âgées avant, pendant et après l'immersion*

	Avant	Pendant	Après
Jeunes adultes	45.74 ( $\pm 1.31$ )	46.45 ( $\pm 1.20$ )	45.95 ( $\pm 1.48$ )
Adultes d'âge mûr	47.58 ( $\pm 1.35$ )	47.94 ( $\pm 1.29$ )	47.54 ( $\pm 1.38$ )
Personnes âgées	47.75 ( $\pm 1.26$ )	48.01 ( $\pm 1.61$ )	47.81 ( $\pm 1.56$ )

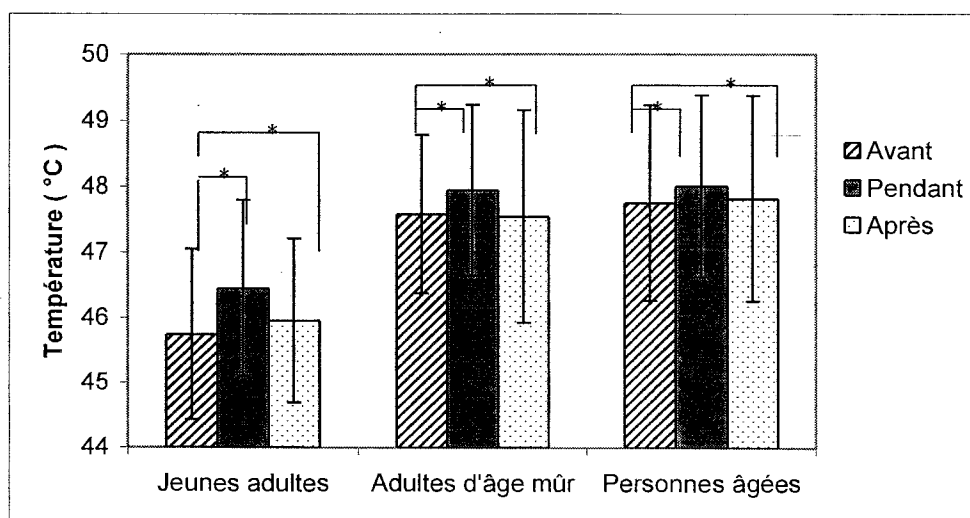


Figure 16. Valeurs moyennes du seuil de douleur thermique en fonction du moment (avant, pendant et après l'immersion) et du groupe d'âge (jeune, âge mûr, âgé).

Étant donné que le seuil de douleur thermique initial, c'est-à-dire celui mesuré avant l'immersion de la main dans l'eau froide, était significativement plus bas chez les jeunes adultes que chez les deux autres groupes, et que nous voulions comparer la différence entre les seuils de douleur obtenus avant, pendant et après l'immersion, les valeurs du seuil de douleur ont été mises sous forme de proportion. Plus la différence était grande entre « avant-pendant » l'immersion et « avant-après » l'immersion, plus l'effet des CIDN avait été important. En effet, une augmentation du seuil de douleur correspondait à l'induction d'une analgésie. Dans la présente étude, les CIDN ont été principalement recrutés durant l'immersion de la main dans le bassin d'eau froide (fig. 17). En effet, il y avait une augmentation significative du seuil de douleur pendant l'immersion comparativement à avant l'immersion (avant-pendant) pour les trois groupes d'âge confondus ( $F = 9.630$ ,  $p < 0.0001$ ), mais la proportion de changement entre les seuils de douleur « après » et « avant » l'immersion n'était pas différente selon le groupe d'âge ( $F = 0.490$ ,  $p = 0.616$ ). Les CIDN étaient donc recrutés durant l'immersion de la main dans l'eau froide chez les trois groupes de participants, mais l'effet analgésique était plus important chez les jeunes adultes que chez les deux autres groupes. L'augmentation du seuil de douleur thermique des jeunes adultes a en effet été de  $0,71 \pm 0.60$  °C alors qu'elle a été de  $0,36 \pm 0.41$  °C chez les adultes d'âge mûr et de  $0,26 \pm 0.74$  °C chez les personnes âgées (fig. 18). La différence la plus importante pour la proportion de changement des seuils « avant-pendant » l'immersion se trouvait chez les jeunes adultes et les personnes âgées ( $p < 0.0001$ ). Cette différence entre les seuils « avant-pendant » l'immersion était aussi significative pour les jeunes adultes et les adultes d'âge mûr ( $p = 0.011$ ), mais pas pour les adultes d'âge mûr et les personnes âgées ( $p = 0.540$ ).

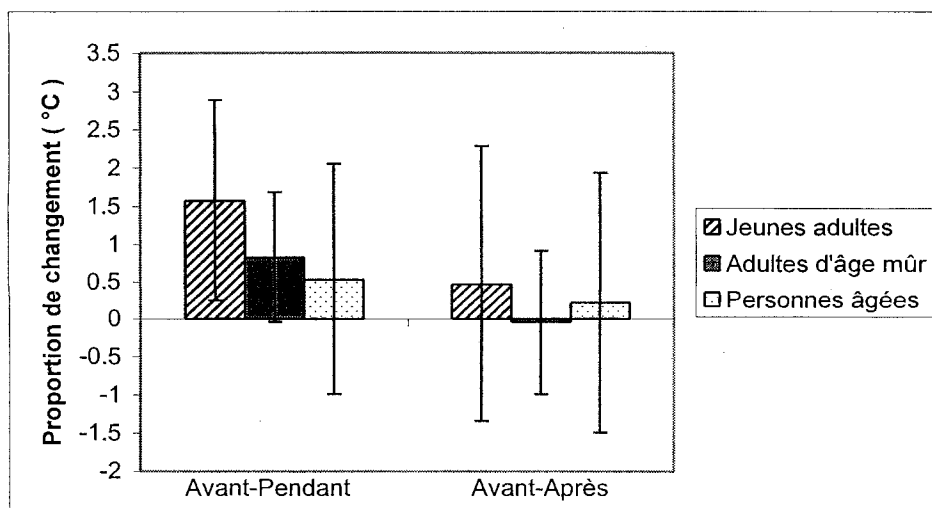


Figure 17. Seuils de douleur thermique « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion pour les trois groupes d'âge mis sous forme de proportions. La proportion de changement « avant-pendant » l'immersion s'amenuisait avec l'âge.

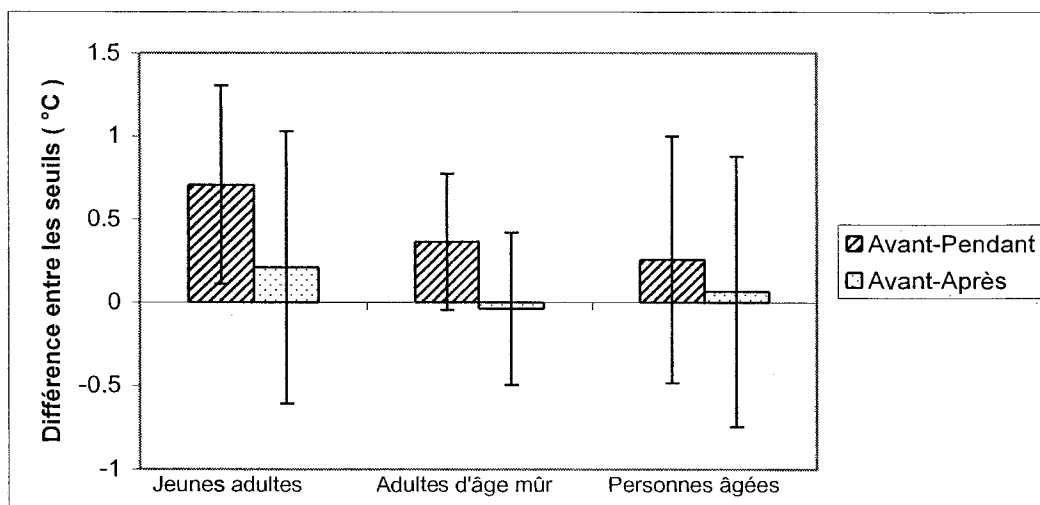


Figure 18. Différence entre les seuils de douleur « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion. Le seuil de douleur a augmenté pour tous les groupes et à tous les moments (sauf adultes d'âge mûr à « avant-après »), mais cette différence était plus importante durant l'immersion (avant-pendant) et pour le groupe des jeunes adultes.

#### 4. Perception thermique nociceptive et non nociceptive

##### 4.1. Intensité

Bien que les participants aient été jumelés à des programmes adaptés à leur seuil de douleur et que cette intervention ait permis de minimiser les différences initiales dans la perception thermique, des différences perceptuelles sont tout de même apparues. En effet, l'effet de l'âge sur l'intensité thermique perçue par les participants suite à l'application de chaleur sur le mollet était significatif ( $F = 5.158$ ,  $p = 0.009$ ). Plus précisément, les jeunes adultes étaient plus sensibles que les adultes d'âge mûr et les personnes âgées ( $p = 0.017$  et  $p = 0.045$ , respectivement), mais l'intensité thermique n'était pas perçue différemment par ces deux groupes ( $p = 0.923$ ) (tableau 10). La sensibilité de la perception thermique nociceptive et non nociceptive diminue donc avec l'âge et atteint un plateau à l'âge mûr. Étant donné que les adultes d'âge mûr et les personnes âgées ne différaient pas quant à la sensibilité thermique, leurs EVA ont été combinées et comparées à celles des jeunes adultes. À la majorité des températures (T1, T2 et T4), la valeur des EVA des jeunes adultes était plus élevée que la valeur combinée des EVA des adultes d'âge mûr et des personnes âgées (tableau 11, appendice C).

Tableau 10

*EVA pour les trois groupes d'âge aux quatre températures, tout moment confondu*

	T1	T2	T3	T4
Jeunes adultes	24.03 ( $\pm 14.10$ )	33.35 ( $\pm 14.16$ )	53.89 ( $\pm 13.45$ )	79.20 ( $\pm 11.34$ )
Adultes d'âge mûr	13.64 ( $\pm 6.73$ )	22.86 ( $\pm 8.94$ )	45.86 ( $\pm 15.33$ )	70.16 ( $\pm 19.14$ )
Personnes âgées	14.92 ( $\pm 9.50$ )	22.44 ( $\pm 12.47$ )	48.10 ( $\pm 18.35$ )	72.19 ( $\pm 14.89$ )

L'inhibition résultant de l'immersion de la main dans l'eau froide, telle que calculée par la comparaison entre les EVA pendant l'immersion et les EVA avant l'immersion, a été la même pour les trois groupes d'âge, toute température confondue, puisque l'interaction entre le moment et les groupes d'âge n'était pas significative ( $F = 1.334$ ,  $p = 0.262$ ). Étant donné que la perception thermique initiale, c'est-à-dire les EVA des participants avant l'immersion, était significativement plus élevée chez les jeunes adultes que chez les deux autres groupes, et que nous voulions comparer la différence entre les EVA obtenues avant, pendant et après l'immersion, les EVA ont été mises sous forme de proportion. Plus la différence était élevée entre « avant-pendant » l'immersion et « avant-après » l'immersion, plus l'inhibition avait été importante. Dans la présente étude, l'analyse des EVA indiquait que l'amplitude de l'inhibition n'était pas différente aux quatre températures pour les trois groupes d'âge, et ce, pour « avant-pendant » et « avant-après » l'immersion ( $F = 2.030$ ,  $p = 0.141$ ). Il y avait cependant une tendance vers une diminution de la différence entre les EVA obtenues avant l'immersion et celles obtenues pendant l'immersion pour les jeunes participants et les participants âgés puisque la taille de l'effet était de 0.066, ce qui correspondait à un effet modéré (fig. 19). Les tailles de l'effet relatives à la différence entre les jeunes adultes et les personnes âgées aux quatre températures étaient respectivement de 0.090, 0.098, 0.060 et 0.020.

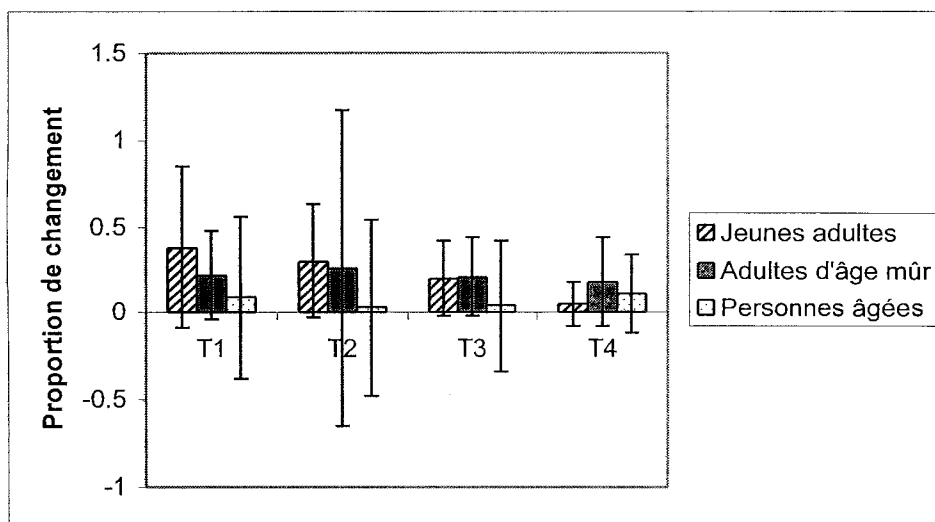


Figure 19. Comparaison entre les EVA avant et pendant l'immersion mises sous forme de proportions.

L'interaction entre le moment et la température était significative ( $F = 4.463$ ,  $p = 0.001$ ) ; les participants évaluaient donc l'intensité thermique différemment selon le moment et selon la température émise par la thermode. Il y avait une différence significative entre avant et pendant l'immersion, et ce, pour chaque température (fig. 20). Tous les résultats pour « avant-pendant » l'immersion étant significatifs, cela aurait pu porter à croire que l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs était identique aux quatre températures. Néanmoins, en regardant la taille des effets, nous remarquons que la valeur de la taille de l'effet augmentait avec le caractère nociceptif de la stimulation thermique (les EVA moyennes à T1 et T2 étaient 17.53 et 26.22, respectivement) jusqu'à atteindre un maximum au seuil de douleur (l'EVA moyenne à T3 était 49.28), puis elle diminuait lorsque la température était pleinement nociceptive et se rapprochait du seuil de tolérance (l'EVA moyenne à T4 était 73.85). La troisième température était donc celle où la variation « avant-pendant » était la plus importante (fig. 21). Aussi, la variation « avant-après » l'immersion était significative pour trois températures (T1, T3 et T4), mais la taille de l'effet demeurait inférieure aux tailles de l'effet « avant-pendant » l'immersion à toutes les températures (tableau 12, appendice C).

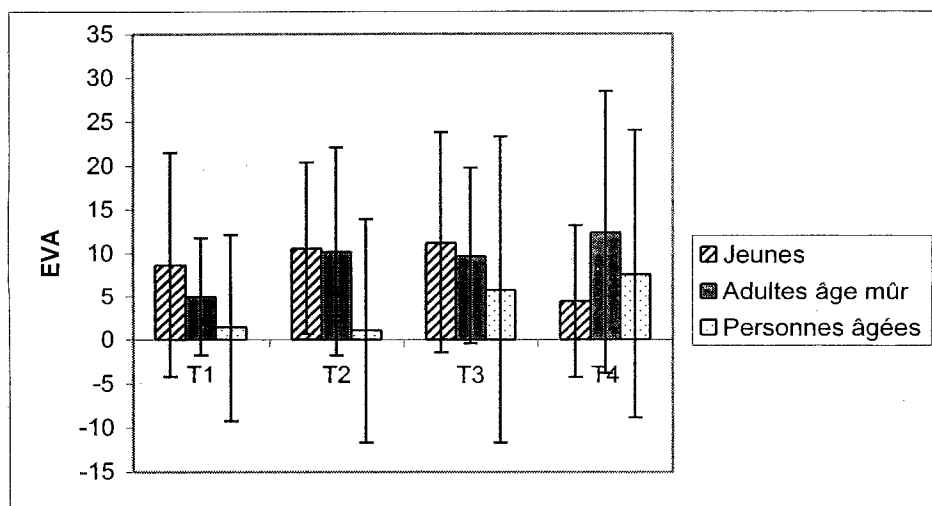


Figure 20. Différence entre les perceptions thermiques avant et pendant l'immersion aux quatre températures pour les trois groupes d'âge. La différence « avant-pendant » était plus importante pour les jeunes adultes.

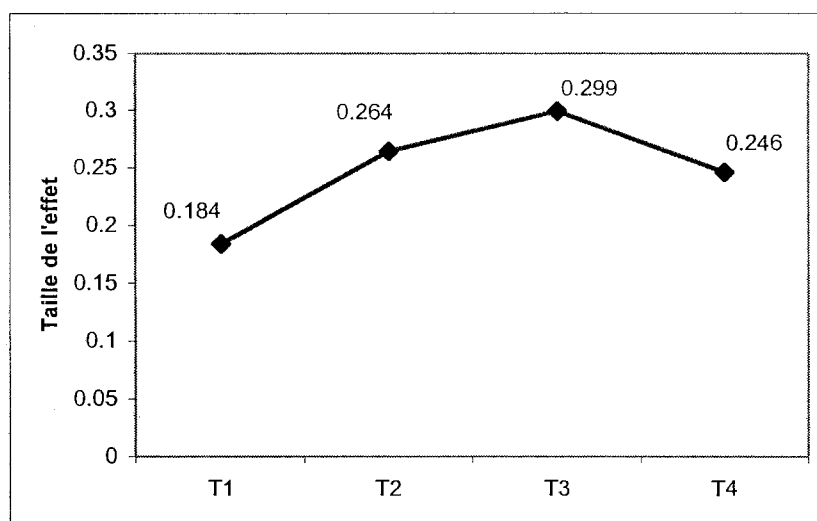


Figure 21. Valeur de la taille de l'effet aux quatre températures.

Le moment auquel le seuil de douleur a été mesuré (avant, pendant et après l'immersion de la main dans l'eau froide) ainsi que la température émise par la thermode (T1, T2, T3 et T4) ont eu des effets significatifs sur la perception thermique des participants ( $F = 25.097$ ,  $p < 0.0001$  ;  $F = 342.002$ ,  $p < 0.0001$ , respectivement). En effet, les participants percevaient dans une moindre mesure les sensations thermiques



lorsque la main était immergée dans l'eau froide; l'EVA moyenne (toute température confondue) diminuait durant l'immersion (de  $45.09 \pm 9.75$  à  $37.78 \pm 13.18$ ) puis augmentait après l'immersion (jusqu'à  $42.29 \pm 12.17$ ) (tableau 13, appendice C). De plus, la valeur des EVA augmentait avec l'intensité thermique émise par la thermode (tableau 14 et tableau 15, appendice C)

Tableau 14

*Moyenne des EVA aux quatre températures, tout âge confondu*

	EVA	ET
T1	17.53	11.37
T2	26.22	12.89
T3	49.28	15.94
T4	73.85	15.69

#### 4.2. Aspect désagréable

L'âge n'avait pas d'effet significatif sur l'aspect désagréable perçu par les participants suite à l'application de chaleur sur le mollet avec la thermode ( $F = 0.678$ ,  $p = 0.512$ ). Tous les autres résultats obtenus lors de l'analyse de l'intensité de la douleur ont été reproduits pour l'aspect désagréable. Nous retrouvons les mêmes effets principaux du moment ( $F = 10.132$ ,  $p < 0.0001$ ), de température ( $F = 131.522$ ,  $p < 0.0001$ ) et une interaction entre le moment et la température ( $F = 3.564$ ,  $p = 0.002$ ).

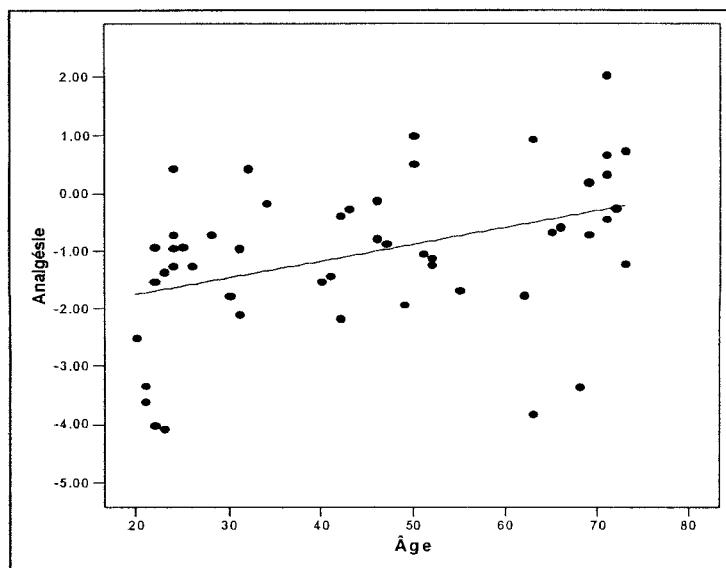
#### 4.3. Variable « sexe »

L'analyse de la contribution de la variable « sexe » n'était pas significative, autant pour l'intensité ( $F = 1.511$ ,  $p = 0.224$ ) que pour l'aspect désagréable de la douleur ( $F = 1.195$ ,  $p = 0.279$ ). Cela confirme les résultats de France et Suchowiecki (1999) qui indiquaient que l'amplitude du recrutement des CIDN n'était pas influencée par le sexe des participants.

### **5. Attentes, impression de réduction de la douleur, âge et réponse analgésique**

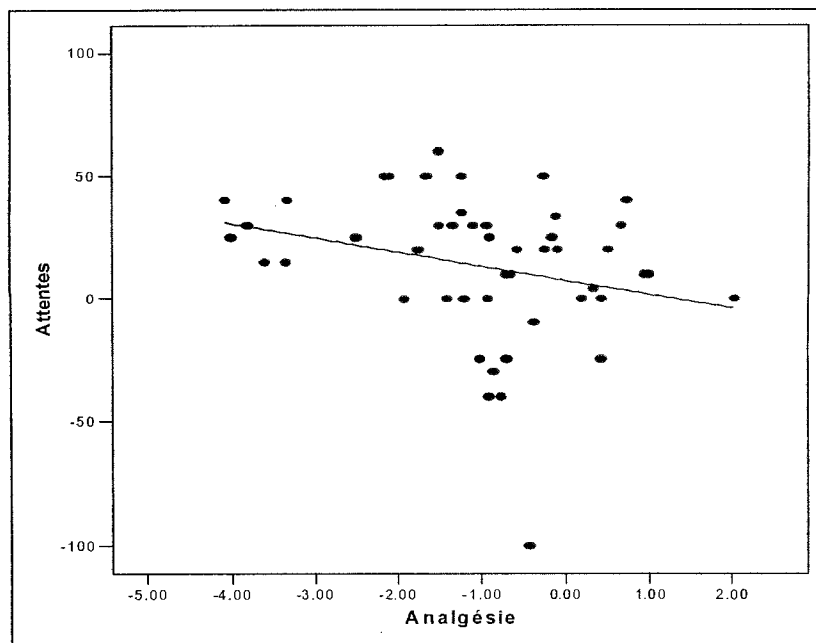
Avant l'immersion de la main dans l'eau froide, les participants devaient évaluer leurs attentes, c'est-à-dire dans quelle mesure ils croyaient que l'immersion allait diminuer ou augmenter l'intensité thermique résultant du second test de la thermode comparativement au premier test de la thermode. Immédiatement après le second test de la thermode, les participants évaluaient leur impression de réduction/augmentation de la douleur, c'est-à-dire dans quelle mesure l'intensité thermique du second test de la thermode avait été diminuée ou augmentée à la suite de l'immersion, comparativement au premier test de la thermode. En général, les attentes des participants allaient dans le sens d'une réduction moyenne de 15 % ( $\pm 28$  %) de leur perception douloureuse au deuxième test de la thermode comparativement au premier test de la thermode et, rétrospectivement, ils avaient une impression moyenne de réduction de la douleur de 33 % ( $\pm 27$  %) après le deuxième test de la thermode.

Dans le but d'évaluer la relation de ces deux variables par rapport au recrutement des CIDN, des corrélations entre la réponse analgésique et les attentes, l'impression de réduction de la douleur et l'âge (considéré sous forme continue) ont été effectuées. Notez que plus les CIDN étaient recrutés efficacement (évalué d'après la proportion de changement entre les seuils de douleur avant et pendant l'immersion), plus la réponse analgésique correspondait à un chiffre élevé et négatif. Les CIDN étaient recrutés de façon moins efficace avec l'avancement en âge ( $r = 0.398$ ,  $p = 0.004$ ). En d'autres termes, plus l'âge avançait, moins la réponse analgésique était importante (fig. 22).

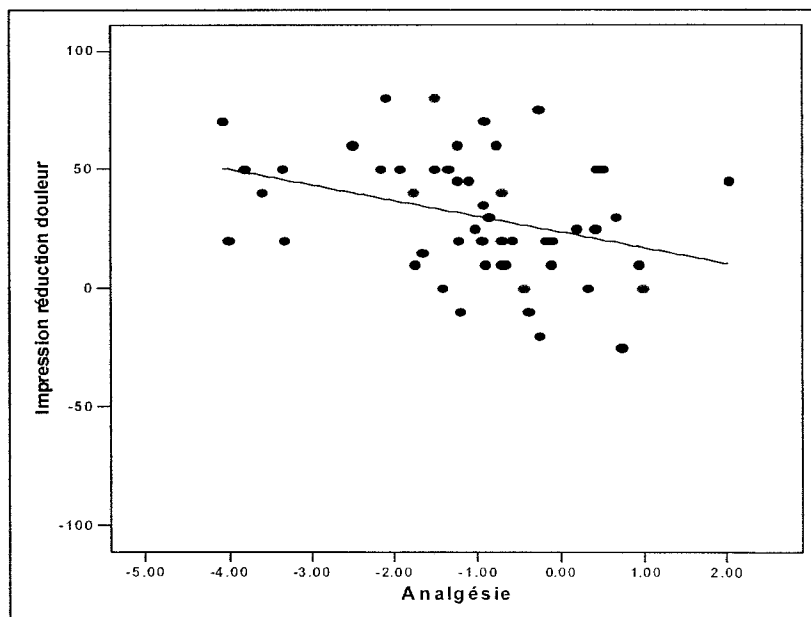


*Figure 22.* Relation entre l'avancement en âge et l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs.

Aussi, plus les attentes des participants allaient dans le sens d'une diminution de la douleur thermique, plus la réponse analgésique était importante ( $r = -0.269$ ,  $p = 0.057$ ) (fig. 23). De la même façon, plus les participants ont eu l'impression que leur douleur était réduite grâce à l'immersion de la main dans le bassin d'eau froide (évaluation rétrospective), plus la réponse analgésique était importante ( $r = -0.342$ ,  $p = 0.014$ ) (fig. 24). La corrélation entre réponse analgésique et impression de réduction de la douleur est plus importante que celle entre la réponse analgésique et les attentes; les participants ont d'ailleurs évalué leur impression de réduction de la douleur à la hausse comparativement à leurs attentes initiales (33 % vs. 15 %).

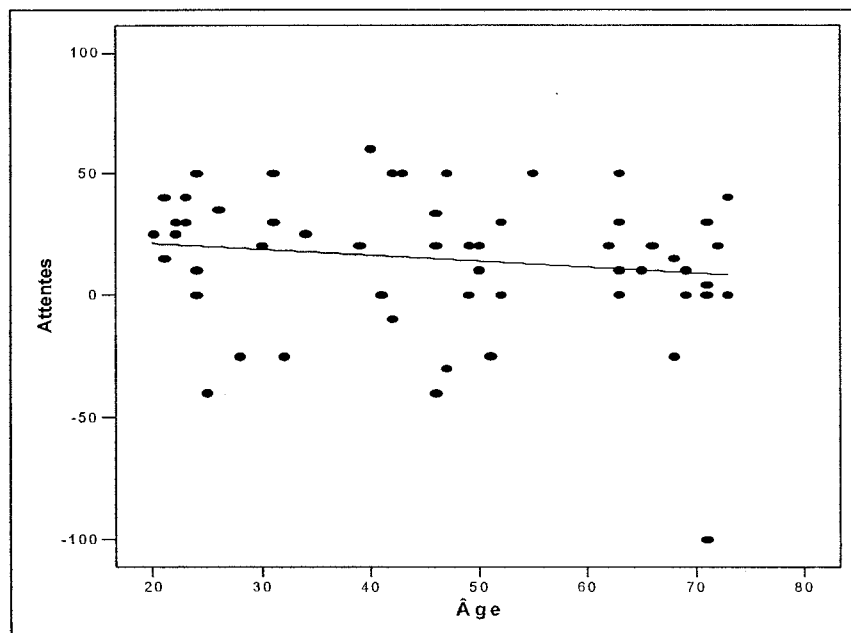


*Figure 23.* Relation entre l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs et la formulation d'attentes.

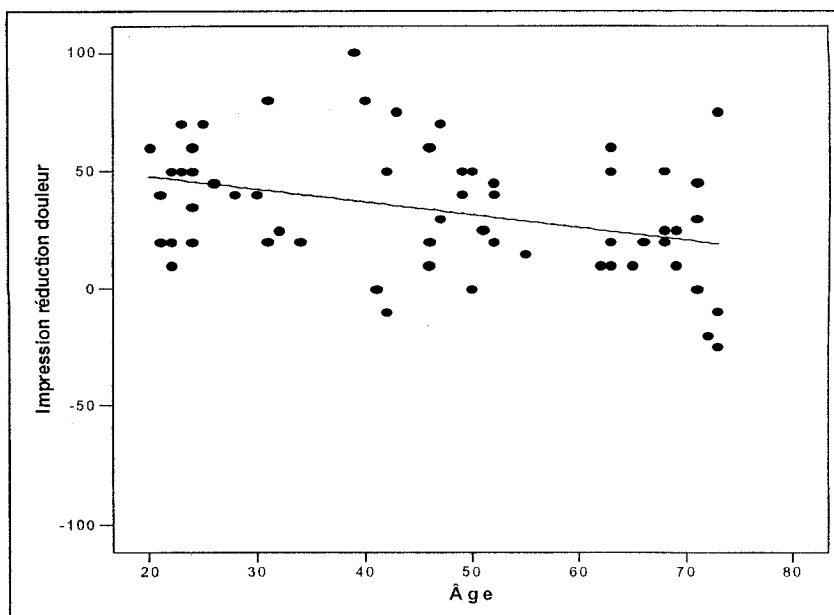


*Figure 24.* Relation entre l'amplitude du recrutement des mécanismes inhibiteurs et l'impression de réduction de la douleur.

Le déclin des CIDN, tel que mesuré par la proportion de changement entre les seuils de douleur avant et pendant l'immersion, semblait être perçu par les participants. Suite au prétest d'immersion de leur main dans le bassin d'eau froide, les trois groupes d'âge ont évalué leurs attentes de réduction/augmentation de la douleur de façon semblable. En effet, les jeunes adultes estimaient que l'intensité thermique perçue au deuxième test de la thermode allait diminuer de 18 % ( $\pm 25$  %), les adultes d'âge mûr de 17 % ( $\pm 29$  %) et les personnes âgées de 9 % ( $\pm 32$  %). L'avancement en âge n'a donc pas eu d'impact sur la formulation d'attentes ( $r = -0.155$ ,  $p = 0.242$ ) (fig. 25). Les jeunes adultes évaluaient leur réduction de la douleur à 41 % ( $\pm 20$  %), les adultes d'âge mûr à 39 % ( $\pm 29$  %) et les personnes âgées à 20 % ( $\pm 26$  %). L'avancement en âge était donc corrélé à une diminution de l'impression de réduction de la douleur ( $r = -0.366$ ,  $p = 0.004$ ) (fig. 26).

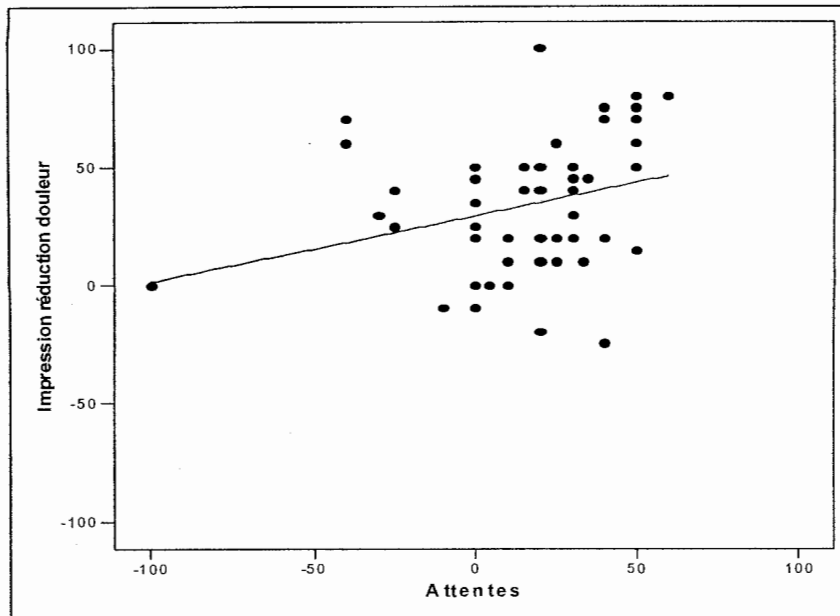


*Figure 25.* Relation entre l'avancement en âge et la formulation d'attentes.



*Figure 26.* Relation entre l'avancement en âge et l'impression de réduction de la douleur.

Les attentes et l'impression de réduction de la douleur des participants allaient dans le même sens (par exemple, lorsque les attentes allaient dans le sens d'une diminution de la douleur, l'impression des participants était que leur douleur avait été réduite). Aussi, plus les attentes de diminution ou d'augmentation de la douleur étaient élevées, plus l'impression de réduction/augmentation de la douleur était élevée. En effet, il y avait une relation positive et significative entre les attentes et l'impression de réduction de la douleur ( $r = 0.294$ ,  $p = 0.024$ ) (fig. 27).



*Figure 27.* Relation entre les attentes et l'impression de réduction de la douleur.

Finalement, dans le but d'évaluer le poids explicatif des différentes variables par rapport au recrutement des CIDN, plusieurs analyses de régression ont été réalisées. Seule la variable « âge » avait un poids explicatif et elle expliquait 16 % de la variation de la réponse analgésique. L'ajout des attentes, de l'impression de réduction de la douleur ou du niveau de scolarité n'augmentait pas significativement la valeur explicative du modèle (4 %, 3 % et 2 %, respectivement).

## **DISCUSSIONS ET CONCLUSION**

L'amplitude du recrutement des contrôles inhibiteurs diffus induits par stimulations nociceptives (CIDN), telle qu'évaluée par la différence entre les seuils de douleur thermique avant et pendant une stimulation hétérotopique, est moins notable à partir de l'âge mûr et est plus importante lorsque l'intensité des stimuli se situe près du seuil de douleur.

Il y a un plateau à l'âge mûr en ce qui a trait au seuil de douleur et à la perception thermique. En effet, le seuil de douleur thermique est plus élevé pour les adultes d'âge mûr et pour les personnes âgées que pour les jeunes adultes. Aussi, la sensibilité thermique des adultes d'âge mûr et des personnes âgées est diminuée comparativement à celle de jeunes adultes. Ces résultats seront discutés plus en détail dans les sections qui suivent.

### **1. Amplitude du recrutement des CIDN**

Les résultats de notre projet illustrent la relation entre l'âge et le recrutement des CIDN sur une plus grande partie du continuum de l'âge adulte que les études précédentes (Edwards et al., 2003a ; Washington et al., 2000) et démontrent que l'amplitude du recrutement des CIDN décline à partir de l'âge mûr (environ 45 ans) et qu'il n'y a pas de déclin significatif subséquemment. Faute d'avoir un groupe de participants d'âge mûr, les travaux d'Edwards et collègues (2003a) et de Washington et collègues (2000) indiquaient que l'amplitude du recrutement des CIDN déclinait à partir d'un âge avancé (environ 60 ans).

#### **1.1. CIDN et seuil de douleur thermique**

Les deux recherches antérieures portant sur l'effet des CIDN en fonction de l'âge avaient démontré un déclin des CIDN entre des jeunes adultes et des personnes âgées (Edwards et al., 2003a ; Washington et al., 2000). Ces auteurs avaient conclu à un déclin des CIDN avec l'âge, sans avoir intégré des participants d'âge mûr. Nos résultats permettent d'affirmer que le déclin ne se produit pas à un âge avancé, mais



plutôt à l'âge mûr. Bien qu'il y ait un effet analgésique chez les trois groupes d'âge durant l'immersion de la main dans l'eau froide, cette analgésie est plus importante chez les jeunes adultes que chez les adultes d'âge mûr et les personnes âgées. En fait, l'induction analgésique est semblable pour ces deux derniers groupes. Il y a donc un plateau à l'âge mûr quant au recrutement des CIDN. Dans la présente étude, les évaluations de la douleur causée par la chaleur émise par une thermode diminuent durant l'immersion de la main dans l'eau froide pour les trois groupes de participants. C'est l'amplitude du recrutement des CIDN qui diffère entre les groupes d'âge et pour laquelle les adultes d'âge mûr et les personnes âgées sont défavorisées. Nous soulevons une hypothèse pour expliquer que nous observons une moindre inhibition chez les adultes plus âgés : il se peut que l'intensité de la stimulation hétérotopique n'ait pas été suffisamment élevée pour les participants âgés. En effet, dans le cadre du présent projet, les participants ont immergé la main dans un bassin d'eau froide à 7 °C durant environ six minutes. Dans le but de favoriser un recrutement optimal des CIDN, la chercheuse attendait que l'évaluation de la douleur causée par l'immersion de la main dans l'eau froide soit élevée et stable. Le caractère « élevé » de l'intensité de la douleur était jugé pour chaque participant ; l'évaluation moyenne de l'intensité de la douleur avant le début du deuxième test de la thermode était 63 et celle avant le retrait de la main du bassin était 54 (échelle de douleur de 0 à 100). Néanmoins, les évaluations avant et après le deuxième test de la thermode étaient moins élevées chez les participants âgés (53 et 43, respectivement). Bien que tous les groupes d'âge ressentent une douleur entre 50 et 70 avant le deuxième test de la thermode, comme cela a été fait par d'autres auteurs (Goffaux, Redmond, Leclerc, Pagé et Marchand, 2005), l'évaluation moyenne de l'intensité de la douleur des personnes âgées après le deuxième test de la thermode (43) indique que la stimulation hétérotopique aurait pu être plus douloureuse chez ce groupe. Néanmoins, il est peu probable qu'une stimulation hétérotopique plus douloureuse pour le groupe des personnes âgées ait résulté en un recrutement plus significatif des CIDN. En effet, Edwards et collègues (2003a) ont utilisé une méthodologie où les stimulations hétérotopiques étaient intenses et plus soutenues que celles utilisées dans la présente étude, et ils ont noté l'absence

totale de recrutement des CIDN chez les personnes âgées. En effet, ils ont observé une facilitation plutôt qu'une inhibition de la douleur chez ce groupe.

Les résultats indiquent qu'il n'y a pas de déclin de l'amplitude du recrutement après l'âge mûr. Cet effet de plateau du recrutement des CIDN est possiblement causé par la bonne forme physique des personnes âgées recrutées pour le présent projet. Ces individus sont actifs de façon régulière (aquaforme, billard, etc.). Il est reconnu que l'activité physique favorise indirectement le recrutement optimal des CIDN en augmentant les concentrations de neurotransmetteurs impliqués dans ces mécanismes, tels les opioïdes endogènes, la sérotonine et la noradrénaline (Bouix, Najimi et Orsetti, 1997 ; Moldosfky et al., 1976 ; Strobel et al., 1999 ; Zouhal, Jacob, Rannou, Gratas-Delamarche, Bentue-Ferrer et Del, 2001). Si les personnes âgées avaient été choisies au hasard, il se peut qu'une baisse significative de l'efficacité des CIDN soit apparue entre ceux-ci et les participants d'âge mûr.

L'étude des mécanismes endogènes d'inhibition de la transmission nociceptive chez l'animal nous permet de comprendre les résultats du présent projet. Le déclin des CIDN à l'âge mûr observé dans le cadre de l'étude est appuyé par une recherche réalisée chez trois groupes de rats d'âges différents (5-7 mois, 15-17 mois et 22-24 mois) (Hamm et Knisely, 1985). L'analgésie produite par des chocs électriques sur la latence au test thermique « tail-flick » s'estompait à partir de 15-17 mois (il n'y a pas de normes établies pour distinguer les jeunes rats, les rats d'âge moyen et les rats âgés et le parallèle entre les bornes d'âge pour les rats et pour les humains). Les résultats d'études animales indiquent que le déclin des CIDN pourrait être expliqué par une diminution de la quantité de neurotransmetteurs impliqués dans ce mécanisme endogène. En fait, les quantités de sérotonine et de noradrénaline diminuent progressivement avec l'âge (Ko et al., 1997) et la diminution de sérotonine est perceptible dans plusieurs zones corticales (Goicoechea et al., 1997). La concentration d'opioïdes endogènes diminue aussi au niveau de plusieurs zones corticales : cortex cérébral, corps strié et hypothalamus (Amenta, Zaccheo et Collier, 1991). D'autres recherches animales ont démontré qu'un déclin se produit pour les mécanismes

endogènes d'inhibition d'origine opioïdurgique (tels les CIDN), alors que ce déclin ne se produit pas pour les mécanismes d'origine hormonale (Hamm et Knisely, 1986). Il a aussi été suggéré que les systèmes qui mûrent plus tard dans le développement (tels les CIDN) seraient plus susceptibles de dégénérer rapidement (« last in, first out ») (Campbell, Krauter et Wallace, 1980 : cités dans Gagliese et Melzack, 2000).

Les études sont moins avancées chez l'humain que chez l'animal, mais les résultats vont généralement dans le même sens. Par exemple, une étude a démontré que le niveau initial de bêta-endorphines est semblable pour des jeunes adultes et des personnes âgées mais, qu'après l'immersion de la main dans l'eau froide, les niveaux d'opioïdes augmentent de façon plus importante chez les jeunes adultes (Casale, Perorini, Cuzzoni et de Nicola, 1985). Des chercheurs ont indiqué que les mécanismes d'inhibition de la douleur d'origine opioïdurgique sont particulièrement affectés par l'avancement en âge puisque les niveaux d'opioïdes (tels les bêta-endorphines), le nombre de récepteurs opioïdurgiques et l'affinité de ces molécules diminuent avec l'âge (Yehuda et Carasso, 1997). Aussi, toujours chez l'humain, le locus coeruleus, la zone du tronc cérébral responsable de la production d'une grande partie de la noradrénaline disponible dans le cerveau et impliquée dans les CIDN, subit une perte neuronale de 40 % durant la 6<sup>ème</sup> décennie, suivie d'un déclin graduel après cette période (Vijayashankar et Brody, 1979).

Le recrutement des CIDN a été plus important durant l'immersion de la main dans l'eau froide. En effet, le seuil de douleur augmente durant l'immersion chez les trois groupes de participants et, cinq minutes après l'immersion, revient à une valeur près de celle du seuil avant l'immersion. Étant donné qu'avant l'immersion le seuil de douleur thermique des adultes d'âge mûr et des personnes âgées était plus élevé que celui des jeunes adultes, les valeurs du seuil de douleur ont été mises sous forme de proportions dans le but de contourner cette différence initiale et de capturer l'ampleur du recrutement des CIDN entre les groupes. La proportion de changement entre avant et pendant l'immersion est significative, mais pas celle entre avant et après l'immersion, ce qui signifie que l'analgésie résultant de l'immersion de la main dans l'eau froide est

de courte durée et ne perdure pas après le retrait de la stimulation hétérotopique. D'autres chercheurs ont aussi observé une analgésie de courte durée (1 minute ; Bouhassira, Danziger, Atta et Guirimaud, 2003). Washington et collègues (2000) arrivaient à la même conclusion quant à la durée de l'analgésie induite par une stimulation hétérotopique : l'effet n'est que temporaire. Néanmoins, dans leur cas, l'analgésie a été effective jusqu'à une heure après l'immersion. Cette différence dans la durée de l'analgésie est peut-être causée par une disparité dans l'intensité de la douleur causée par la stimulation hétérotopique. Dans le cas présent, l'évaluation moyenne de l'intensité de la douleur avant le début du second test de la thermode était 63 et celle avant le retrait de la main du bassin était 54, ce qui signifie que les participants ressentaient une douleur d'intensité modérée. Une stimulation hétérotopique plus douloureuse aurait pu causer une analgésie d'une plus longue durée puisque plus l'intensité de la stimulation hétérotopique est élevée et se rapproche du seuil de tolérance, plus les CIDN sont recrutés sur une longue période (Willer et al., 1984).

## **1.2. CIDN et perception thermique**

La perception nociceptive et non nociceptive diminue avec l'âge : comparativement aux jeunes adultes, les adultes d'âge mûr et les personnes âgées ont une perception émoussée à toutes les températures. Dans le but de contourner cette différence initiale dans la perception thermique et de mieux cerner l'effet de l'âge, les données brutes ont été mises sous forme de proportions. L'effet des mécanismes inhibiteurs semble être similaire à tout âge, mais la taille de l'effet nous permet d'affirmer qu'il y a une tendance vers une diminution de l'analgésie induite par la stimulation hétérotopique pour les participants âgés.

Tout âge confondu, la perception thermique nociceptive et non nociceptive (T1, T2, T3 et T4) est moindre lorsque la main est immergée dans le bassin d'eau froide. Étant donné que les CIDN ont un effet analgésique préférentiellement dans le cas de stimulations nociceptives (Willer, 1984, 1989), cela signifie que des mécanismes inhibiteurs de nature non déterminée se mettent en place pour diminuer la perception nociceptive et non nociceptive (T1, T2, T3 et T4). Initialement, la différence entre les

EVA avant et pendant l'immersion était semblable aux quatre températures, mais l'observation de la taille des effets indique que la proportion de variance de la variable « analgésie » tributaire de la variable « groupe d'âge » n'est pas équivalente aux quatre températures. La taille de l'effet augmentant de T1 à T2 (moyenne des EVA : 17.53 et 26.22, respectivement, où 50 est le seuil de douleur) jusqu'à atteindre une valeur maximale à T3, on peut supposer que l'effet analgésique des CIDN augmente avec le caractère nociceptif de la stimulation thermique produite par la thermode. La plus grande taille de l'effet se situe à T3, ce qui correspond au seuil de douleur (EVA : 49.28), où les CIDN ont un effet analgésique préférentiel (Willer, 1984, 1989). Par la suite, les CIDN seraient peu efficaces pour diminuer la perception nociceptive au-delà du seuil de douleur (Willer, 1989, 1984). Cela explique que la taille de l'effet diminue de T3 à T4 (EVA : 73.85).

La nature des mécanismes inhibiteurs activés demeure controversée. Certains auteurs n'ont pas observé d'inhibition additionnelle due à la distraction en plus de celle causée par les CIDN (de Broucker, Cesaro, Willer et Le Bars, 1990 ; Edwards et al., 2003a ; Kakigi, 1994). Néanmoins, d'autres chercheurs ont observé un effet inhibiteur de stimuli nociceptifs et non nociceptifs dû en partie à l'activation de mécanismes attentionnels. Goffaux et collègues (2005) ont obtenu une courbe similaire de résultats : l'immersion de la main dans un bassin d'eau froide inhibait les stimulations du nerf sural, qu'elles soient nociceptives ou non nociceptives. Néanmoins, cette inhibition était plus importante pour les stimulations nociceptives. D'un côté, les auteurs expliquaient l'inhibition des stimulations non nociceptives comme résultant de l'action d'un ensemble d'effets indéterminés, tels la distraction. De l'autre côté, l'inhibition des stimulations nociceptives résulterait de l'addition de ces facteurs indéterminés au recrutement des CIDN (Goffaux et al., 2005). Les résultats d'autres études vont dans le même sens et démontrent qu'il y a une distraction inhérente à la stimulation hétérotopique qui contribue à l'inhibition en provenance des CIDN. Les résultats de Willer et collègues (1989) indiquaient que le réflexe moteur H (non nociceptif) était facilité lors de l'immersion de la main dans un bassin d'eau chaude nociceptive. Les auteurs concluaient que cette facilitation était causée par un

phénomène de distraction uniquement causé par l'immersion de la main dans de l'eau chaude. Aussi, Talbot et collègues (1987) ont remarqué que les évaluations des stimuli thermiques nociceptifs et non nociceptifs étaient toutes moins élevées lorsque la main était immergée dans un bassin d'eau froide à 5 °C. Les auteurs concluaient qu'étant donné que les CIDN inhibent la perception de stimuli mécaniques non nociceptifs, mais d'une manière moins efficace qu'avec des stimuli nociceptifs (Dickenson, Le Bars et Besson, 1980 ; Gerhart, Yeziarski, Giesler et Willis, 1981), il devait en être de même pour les stimuli thermiques non nociceptifs (Talbot et al., 1987). Le même groupe a par la suite étudié les capacités de distraction du bassin d'eau froide. Ils ont évalué la capacité de détecter de petites différences perceptuelles lors de l'immersion de la main dans un bassin d'eau froide pour deux types de stimuli : visuels et thermiques. Durant deux sessions expérimentales, les participants évaluaient leur perception thermique (thermode appliquée sur la lèvre supérieure) et visuelle avant, pendant et après l'immersion de la main dans un bassin d'eau froide à 5 °C. La capacité de détecter de petits changements de température diminuait principalement lors de l'immersion de la main dans l'eau froide alors que la capacité de détecter de petits changements visuels n'était pas affectée par l'immersion (Talbot, Duncan et Bushnell, 1989). Les stimulations hétérotopiques n'ont donc pas de pouvoir de distraction sur toutes les modalités sensorielles. Cela peut être expliqué par le fait que les stimuli visuels et thermiques n'empruntent pas les mêmes voies de transmission et sont donc probablement intégrés de façon différente par le SNC. Dans le contexte expérimental, les stimuli visuels sont des points lumineux qui s'allument et s'éteignent sur un tableau, ce qui comporte une charge émotionnelle négative moindre qu'une douleur thermique. Il est donc possible que la capacité de distraction d'un stimulus soit tributaire de sa charge émotionnelle. Aussi, étant données les multiples composantes spinales et supraspinales des CIDN, il se pourrait que, dans certaines circonstances, les mécanismes de distraction et les CIDN soient simultanément recrutés, particulièrement lorsque la « première » et la « deuxième » stimulations sont de même nature (Staud, Robinson, Vierck Jr. et Price, 2003). Un site cortical de coactivation pourrait être la substance grise péri-aquéducule (SGPA). Lors d'une étude utilisant la résonance

magnétique fonctionnelle (IRMf), des chercheurs ont donné des consignes quant à la direction de l'attention de participants lorsqu'ils recevaient des stimuli thermiques nociceptifs et non-nociceptifs : durant une session, les participants devaient diriger leur attention vers les stimulations thermiques, alors que durant l'autre session, ils devaient diriger leur attention vers autre chose (Tracey et al., 2002). Le fait de se distraire avait un effet inhibiteur sur l'évaluation de l'intensité de la douleur (mais pas sur l'aspect désagréable). Le résultat le plus surprenant était que cette activité inhibitrice était directement corrélée à l'activation de la SGPA. Puisqu'il est reconnu que cette zone est impliquée dans le recrutement des CIDN (Reynolds, 1969 ; Vibes, 2001 ; Willer et al., 1995), le lien entre l'analgésie résultant de l'activation des ces mécanismes inhibiteurs et la distraction semble fondé.

Une autre hypothèse pour expliquer que les stimulations nociceptives et non nociceptives sont moins perçues lors d'une stimulation hétérotopique est que des afférences nociceptives soient recrutées lors de l'application de stimuli non nociceptifs. En effet, il est possible qu'un petit contingent de fibres nociceptives soit activé même lors de stimulations non nociceptives puisque la modalité thermique est transmise par la même voie que la modalité nociceptive (voie spinothalamique) (Gerhart et al., 1981). Les CIDN seraient donc activés même lors de stimulations non douloureuses, mais le recrutement serait moins important, comme le démontre les résultats du présent projet.

## **2. Seuil de douleur thermique**

Nous concluons qu'un plateau est atteint à l'âge mûr en ce qui a trait au seuil de douleur thermique. Plus les adultes avancent en âge, plus leur seuil de douleur augmente et, bien que la valeur du seuil de douleur s'accroît entre l'âge mûr et l'âge avancé, cette différence demeure non-significative. Cette conclusion concorde avec celles de la méta-analyse d'Helme et Gibson (2001), puisque les résultats vont dans le sens d'une augmentation (minime) du seuil de douleur avec l'âge. Néanmoins, la plupart des études recensées ne comprennent pas de groupes de participants d'âge mûr.

Dans leur méta-analyse, Gibson et Farrell (2004) allèguent que la différence entre jeunes adultes et personnes âgées quant au seuil de douleur thermique est artificiellement causée par des facteurs méthodologiques qui joueraient en défaveur des personnes âgées : court temps d'exposition, zones corporelles distales étudiées, taux d'augmentation élevé de la température avec la thermode et petite surface corporelle stimulée. Les implications du facteur « durée » de la stimulation nociceptive ont été étudiées plus en profondeur (Helme et al., 2004). Les seuils de douleur thermique et électrique de jeunes adultes et de personnes âgées étaient comparés lorsque la stimulation était de courte durée et lorsqu'elle était de longue durée. Lors de l'application d'une brève stimulation (thermique : 1-10 s ; électrique : 50-500 ms), le seuil de douleur des personnes âgées était plus élevé que ceux des jeunes adultes mais, lorsque la stimulation appliquée était de longue durée (thermique : 100 s ; électrique : 5000 ms), le seuil de douleur des deux groupes de participants était semblable (Helme et al., 2004). Néanmoins, les conclusions de deux études indiquaient que la sommation temporelle de la douleur thermique est accrue chez les personnes âgées comparativement aux jeunes adultes (Edwards et Fillingim, 2001b ; Lautenbacher et al., 2005). L'exposition à une stimulation de longue durée est donc « biaisée » autant que l'exposition à une stimulation de courte durée. Si nous considérons que toutes les études sont biaisées, nous nous retrouvons dans un cul-de-sac en ce qui a trait à la différence entre le seuil de douleur des jeunes adultes et des personnes âgées. La solution réside possiblement dans la réalisation d'expériences évaluant le seuil de douleur après l'application de stimuli de courte et de longue durée. De plus, ces considérations méthodologiques sont valables si le seuil de douleur thermique n'est évalué qu'une seule fois, puis comparé à celui de jeunes adultes. Néanmoins, quand ce seuil est évalué plusieurs fois, puis comparé pour une même personne, les différences perceptuelles ne devraient plus avoir de poids explicatif. Aussi, dans le cadre du présent projet, quatre programmes permettaient de cibler le seuil de douleur chez tous les participants et, en mettant les données brutes sous forme de proportions, le poids de ces différences perceptuelles a été minimisé. Donc, les résultats des études sur le seuil de douleur thermique demeurent valables ; c'est surtout dans l'évaluation du seuil de



tolérance que ces différences méthodologiques pourraient avoir un impact puisqu'il faut alors appliquer des stimulations de longue durée.

### **3. Perception thermique nociceptive et non nociceptive**

#### **3.1. Intensité**

Une fois rendu à un âge mûr, un plateau est atteint dans la perception thermique. En fait, peu importe la température, les jeunes adultes sont plus sensibles que les adultes d'âge mûr et les personnes âgées, qui elles, évaluent leurs perceptions thermiques de façon semblable. D'ailleurs, Schludermann et Zubek (1962) avaient observé que la perception de la chaleur radiante diminuait à partir de 50 ans. Toutes les zones corporelles ne sont pas affectées par ce déclin perceptuel de la même manière : les pieds des personnes âgées sont moins sensibles à la chaleur non nociceptive que les mains (Kenshalo, 1986).

Cette perception émoussée est probablement causée par un déficit périphérique et/ou central dans la transmission des influx nociceptifs et non nociceptifs au niveau de la peau, des récepteurs et du cortex. Au niveau cutané, une différence dans la température superficielle chez les personnes âgées pourrait expliquer une diminution de la perception thermique. Les résultats sont controversés à ce chapitre : certains auteurs concluent que la température cutanée superficielle n'est pas différente en fonction de l'âge (Procacci et al., 1970 ; Schludermann et Zubek, 1962), alors que d'autres auteurs concluent que les personnes âgées ont une température superficielle un peu plus basse que celle des jeunes adultes (Chakour, Gibson, Bradbeer et Helme, 1996). Aussi, la peau moins épaisse des personnes âgées semble favoriser la dispersion de la chaleur (Procacci et al., 1970). Néanmoins, le fait que la thermode soit directement en contact avec la peau des participants limite l'impact de ces facteurs cutanés (Harkins et al., 1986) et, les seuils de douleur thermique étant évalués à plusieurs reprises, la température corporelle initiale et l'épaisseur de la peau perdent tout poids explicatif en ce qui a trait aux différences perceptuelles. Au niveau des récepteurs somesthésiques, un déclin est noté quant à la perception tactile et vibratoire (Kenshalo, 1986). Des

modifications sont aussi visibles en ce qui a trait aux récepteurs nociceptifs : il y a une diminution du nombre d'afférences nociceptives, une augmentation de décharges anormales (ectopiques) (Devor, 1991) et la vitesse de conduction de la transmission de l'influx nociceptif diminue avec l'âge (Adler et Nacimiento, 1988). Au niveau cortical, une perte neuronale significative est perceptible dans la zone corticale du locus coeruleus dès 60 ans (Vijayashankar et Brody, 1979). Ces changements périphériques et centraux peuvent causer une diminution de la sensibilité somesthésique (nociceptive et non nociceptive) avec l'avancement en âge. Ce ne sont pas des phénomènes isolés puisqu'il y a un déclin général au niveau des autres sens : la vision, l'audition, le goût et l'odorat (une importante variabilité interindividuelle est notée pour ces deux derniers sens) (Harkins, 1988). L'origine des changements périphériques et centraux est multiple : traumatismes répétés, régénération limitée, ischémie et âge biologique (Schaumburg, Spencer et Ochoa, 1983).

Un dernier facteur pouvant expliquer le déclin dans la perception thermique chez la cohorte des adultes plus âgés est leur évaluation plus prudente et plus stoïque de la douleur, surtout pour les douleurs de faible intensité (Gibson et al., 1994 ; Gibson et Helme, 1995). Les personnes âgées entretiendraient plusieurs mythes pouvant les empêcher d'exprimer la douleur telle qu'elle est perçue ; par exemple, une croyance selon laquelle ils doivent « vivre avec » la douleur, la peur des conséquences s'ils expriment leur douleur, la peur que la douleur soit un signe de maladie grave ou de mort (Herr et Mobily, 1991).

### **3.2. Aspect désagréable**

À l'opposé de la composante « intensité », la composante « aspect désagréable » de la douleur n'est pas affectée par l'avancement en âge. Étant donné qu'une distinction existe entre ces deux composantes au niveau neurophysiologique, il est possible que l'âge ait un impact différentiel sur ces deux entités. Aussi, l'intensité des stimulations émises dans le cadre du présent projet étant modérée (en deçà du seuil de tolérance), il se peut que l'aspect désagréable n'ait pas suivi la variation de l'intensité de la douleur, et ce, en fonction de l'âge. Peu d'auteurs évaluent et l'intensité et l'aspect désagréable

de la douleur et les présents résultats ne peuvent être comparés à ceux obtenus par d'autres chercheurs. Néanmoins, il est reconnu qu'une distinction peut être faite entre l'intensité et l'aspect désagréable de la douleur. Alors que l'intensité suit souvent de façon parallèle l'aspect désagréable de la douleur (Edwards et Fillingim, 2001b ; Price et Harkins, 1992), deux douleurs d'une même intensité peuvent ne pas être associées à un même « aspect désagréable ». Par exemple, quand une douleur est liée à une menace à la survie, l'aspect désagréable peut être plus élevé que l'intensité de la douleur (Price et Harkins, 1992). L'inverse est aussi vrai : dans un contexte expérimental dans lequel la stimulation nociceptive est contrôlée et de courte durée, il est possible que l'aspect désagréable ne parallèle pas l'intensité de la douleur, et ce, en fonction de l'âge.

#### **4. Perception de la douleur et âge – conclusion**

Certains auteurs (Cutler et al., 1994 ; Gagliese et Melzack, 2000 ; Verhaak et al., 1998 ; Washington et al., 2000) ont tenté de cerner la relation entre perception thermique, recrutement des mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur et avancement en âge. Ils concluent que la perception de la douleur serait maximale pour les individus d'âge mûr en raison de la relation entre deux facteurs : les CIDN commenceraient à décliner alors que la perception somesthésique serait intacte. Les résultats épidémiologiques de certains auteurs (Cutler et al., 1994 ; Verhaak et al., 1998) vont dans le même sens et indiquent une prévalence maximale de douleurs cliniques chez les femmes d'âge mûr. Aussi, les résultats expérimentaux de Gagliese et Melzack (2000) démontrent que les rats d'âge moyen ont une perception nociceptive plus élevée que les autres groupes d'âge. Néanmoins, les résultats de la présente étude indiquent que la perception nociceptive et non nociceptive, de même que le recrutement des CIDN, sont significativement hypothéqués chez les adultes plus âgés (adultes d'âge mûr et personnes âgées) comparativement aux jeunes adultes. Les changements perceptuels les plus importants ont donc lieu à l'âge mûr, ce qui va à l'encontre de la théorie de Gagliese et Melzack (2000). D'un côté, si l'on considère uniquement le facteur « seuil », nos résultats indiquent que les jeunes adultes ont le seuil de douleur le

plus bas ; ce serait donc eux qui percevraient plus de douleur. De l'autre côté, si l'on considère uniquement le facteur « analgésie induite par les CIDN », nos résultats démontrent que les personnes d'âge mûr et les personnes âgées ont des mécanismes endogènes d'inhibition de la douleur moins efficaces ; ce serait donc ces deux groupes qui percevraient plus de douleur. Pour réconcilier ces deux tendances et puisque les CIDN sont recrutés par des stimulations intenses et d'une certaine durée, le facteur temporel doit entrer en ligne de compte. Nous pouvons supposer que les jeunes adultes perçoivent de façon plus intense les douleurs aiguës (puisque'ils ont un seuil de douleur thermique plus bas), alors que les adultes d'âge mûr et les personnes âgées sont moins tolérants aux douleurs de longue durée (puisque leurs CIDN sont recrutés moins efficacement). Ces hypothèses sont appuyées par les résultats de la vaste étude épidémiologique dirigée par Harkins et collègues (1990) dans laquelle les jeunes adultes présentaient plus de douleurs de type aigu (maux de tête, migraines, maux de dos) alors que les personnes âgées présentaient plus de douleurs de type chronique liées à la dégénérescence de la structure musculo-squelettique (arthrite, arthrose). Il est aussi probable que le plateau à partir de l'âge mûr soit causé par une perte de sensibilité qui s'accroît chez les personnes âgées et qui rend moins saillante la perte d'efficacité du recrutement des CIDN. Ces deux facteurs viendraient « s'annuler » avec comme résultat net des résultats semblables entre les adultes d'âge mûr et les personnes âgées en ce qui a trait à l'analgésie induite par une stimulation hétérotopique.

## **5. Attentes et impression de réduction de la douleur**

Les attentes quant à une future perception douloureuse et l'impression de réduction de la douleur sont toutes deux liées à l'amplitude du recrutement des CIDN, telle que mesurée par la différence entre les seuils de douleur avant et pendant l'immersion de la main dans un bassin d'eau froide. Néanmoins, le lien entre l'impression de réduction de la douleur et l'analgésie est plus important que celui entre les attentes et cette même analgésie. Les participants semblent donc être plus en mesure d'estimer a posteriori l'amplitude du recrutement des CIDN plutôt que de prévoir a priori quelle amplitude

aura la future analgésie. En fait, l'évaluation de l'impression de réduction de la douleur correspondait en moyenne au double de l'évaluation des attentes. Avant l'immersion de la main dans l'eau froide, certains facteurs psychologiques (tels les attentes) peuvent donc avoir un impact sur l'amplitude du recrutement des CIDN. Néanmoins, le fait que le lien entre l'analgésie résultante et l'impression de réduction de la douleur soit plus prononcé que celui entre l'analgésie et les attentes démontre que les CIDN sont des mécanismes puissants qui seront recrutés même si les attentes de réduction de douleur des participants sont basses. D'ailleurs, une étude de Goffaux et collègues (2005) a mis en évidence le lien entre attentes et recrutement des CIDN. Ces auteurs ont évalué l'interaction entre attentes et CIDN en comparant les réponses de deux groupes de participants ; un groupe croyait que l'effet de l'immersion de la main dans un bassin d'eau froide aurait un effet analgésique alors que l'autre groupe croyait que l'immersion aurait un effet algésique. Les résultats indiquent que les attentes des participants modulaient les évaluations de la douleur et l'activité corticale mesurée à l'aide d'un électro-encéphalogramme. Ces deux mesures témoignent de l'activation corticale résultant de la modification des attentes, ce qui était déjà connu. Plus important encore, les attentes modulaient l'amplitude du réflexe nociceptif (R<sub>III</sub>), qui est localisé au niveau de la moelle épinière : les attentes moduleraient donc l'activité nociceptive médullaire par l'entremise des CIDN. Ces résultats signifient qu'il y a une interaction entre les attentes et le recrutement des CIDN qui pourrait être causée par une coactivation des structures corticales responsables des attentes (cortex antérieur cingulé : An, Bandler, Öngür et Price, 1998) et des structures du tronc cérébral responsables des CIDN (Goffaux et al., 2005). De plus, ces auteurs ont démontré que le groupe avec des attentes d'augmentation de la douleur (condition « algésie ») ont aussi vu leurs CIDN recrutés, mais de façon moins importante que le groupe avec des attentes de diminution de la douleur (condition « analgésie ») (Goffaux et al., 2005). Ceci confirme nos résultats et nous permet d'affirmer que les CIDN sont des mécanismes qui seront activés même dans si les participants/patients ont de faibles attentes de réduction ou des attentes d'augmentation de la douleur.

Nos résultats indiquent que plus les participants avancent en âge, plus leur impression de réduction de la douleur diminue. Cela confirme les résultats obtenus par Edwards et collègues (2003b), mais ces auteurs n'avaient pas vérifié si une « augmentation de la douleur » était possible, ce que nous avons fait. Alors que la différence entre l'impression de réduction de la douleur entre les jeunes adultes et les « adultes vieillissant » de l'étude d'Edwards et collègues (2003b) était de 20 % de diminution, la différence entre ces deux groupes dans le cadre du présent projet était de 50 % de diminution. Cette diminution de l'impression de réduction de la douleur correspond au déclin du recrutement des CIDN tel que mesuré par la différence entre les seuils de douleur avant et pendant l'immersion ; l'impression des participants était donc représentative de la baisse d'efficacité des processus neurophysiologiques à l'œuvre. Étant donné que cette évaluation était émise quelques minutes après le deuxième test de la thermode, il est plausible que le biais de sur-évaluation des douleurs passées (Marchand, 1998) ait influé sur la perception de la réduction de la douleur puisque les participants ont affirmé que leur « deuxième douleur » avait diminué de 33 % comparativement à la « première douleur ». Néanmoins, s'il y a eu une sur-évaluation des douleurs passées (premier test de la thermode), ce biais a possiblement influé sur la perception thermique des participants des trois groupes d'âge et l'évaluation de l'impression de réduction de la douleur est demeurée différente entre ceux-ci.

L'analgésie induite par la méthodologie d'Edwards et collègues (2003b) était expliquée par l'âge (11 %) et par l'impression de réduction de la douleur (8 % additionnels), ce qui n'est pas le cas dans le cadre du présent projet. L'âge explique bien 16 % de l'analgésie induite, mais l'impression de réduction de la douleur n'ajoute pas de valeur explicative.

La conception générale veut que les personnes âgées s'attendent à percevoir de plus hauts niveaux de douleur que les adultes plus jeunes (Gibson et al., 1994). Nos résultats n'appuient pas cette affirmation : les attentes des jeunes adultes, des adultes d'âge mûr et des personnes âgées quant à la douleur qui sera ressentie au deuxième test de la thermode sont semblables. Une explication possible de cette divergence est

l'excellente santé physique des personnes âgées recrutées. Ces personnes âgées étaient donc probablement plus actives que la moyenne des individus du même âge. Charron et collègues (2005) avaient aussi remarqué que les attentes pro-analgésiques influençaient l'impression de réduction de la douleur (*perceived relief*) et avaient suggéré que le lien entre ces deux concepts serait tributaire de processus mnésiques tels que la mémoire de la douleur. Nous confirmons ce résultat puisque attentes et impression de réduction de la douleur sont liées : plus les participants croient que leur douleur va diminuer, plus leur impression de réduction de la douleur est élevée. Le ou les mécanismes sous-jacents à ce phénomène ne peuvent être explicités, mais il est fort probable que la mémoire de la douleur soit impliquée (Charron et al., 2005), par exemple, par l'entremise du biais de sur-évaluation d'une douleur passée. Il est donc possible que les facteurs que sont les attentes et le biais de sur-évaluation de la douleur modulent l'amplitude de l'impression de réduction de la douleur. Une autre hypothèse pour expliquer le lien entre attentes et évaluation de la douleur a été récemment postulée (Wager, 2005). Selon Wager (2005), la variation de l'évaluation de la douleur due aux attentes pourrait être causée par des différences individuelles qui sont de deux natures : 1) des traits de personnalités stables tels la suggestibilité et une histoire personnelle de traitement analgésique efficace ; 2) des facteurs situationnels qui modifient les attentes des participants. Aussi, l'évaluation de la douleur peut être un jugement résultant de l'intégration des attentes initiales (fortement corrélées à l'effet placebo) et de l'expérience de la douleur en soi. Finalement, la dernière hypothèse de Wager (2005) pour expliquer le lien entre attentes et évaluation de la douleur relève du « contrat social » : après qu'un participant ait évalué ses attentes quant à une future douleur, il lui est difficile d'évaluer différemment la douleur ressentie, car cela entraînerait de l'inconfort psychologique. L'auteur conclut qu'étant donnés ces nombreux biais de nature psychologique, il serait pertinent d'évaluer le lien entre attentes et douleur à l'aide de mesures physiologiques. Quelques auteurs ont d'ailleurs démontré que la modulation des attentes entraîne des changements au niveau de certaines zones corticales (Goffaux et al., 2005 ; Wager et al., 2004).

## 6. Suggestion

Une façon de favoriser un recrutement satisfaisant des CIDN avec l'avancement en âge est par la pratique d'exercices physiques. L'exercice physique a des effets bénéfiques sur la concentration de certains neurotransmetteurs à la base des CIDN et sur l'organisme en entier. Premièrement, l'impact de la pratique régulière d'activités physiques n'a pas été directement étudié en lien avec l'amplitude du recrutement des CIDN ; les évidences sont indirectes. Par exemple, il a été démontré que le seuil de douleur d'athlètes est plus élevé que celui de non-athlètes (Manning et Fillingim, 2002). Les auteurs expliquaient ce résultat par une hausse de la concentration des opioïdes endogènes chez les athlètes (Manning et Fillingim, 2002). D'autres auteurs ont aussi observé une augmentation de la concentration d'opioïdes endogènes (Bouix et al., 1997), de sérotonine et de noradrénaline (Moldosfky et al., 1976 ; Strobel, Friedmann, Siebold et Bartsch, 1999 ; Zouhal et al., 2001) après la pratique d'activités physiques aérobiques et anaérobiques. Il serait intéressant d'étudier le lien entre exercice et CIDN chez différents groupes d'âge. Étant donné que les adultes âgés sont plus hypothéqués en ce qui a trait au recrutement des CIDN, il se pourrait que l'intégration d'exercices physiques dans la routine de personnes âgées sédentaires cause une plus grande augmentation de l'amplitude du recrutement des CIDN que chez des adultes plus jeunes.

Deuxièmement, les effets bénéfiques de la pratique régulière d'activités physiques sont multiples et touchent tout l'organisme : diminution de la fatigue, amélioration des fonctions physiques, amélioration de la fonction immunitaire, augmentation de la masse et de la densité osseuse et augmentation du bien-être (Segal, 2005). La perception de la douleur étant le résultat de l'intégration de multiples composantes (physiques et psychologiques), ces bénéfices peuvent causer une diminution de la perception de la douleur, et ce, pour les adultes de tout âge.



## REMERCIEMENTS

Mes premiers remerciements vont à la personne sans qui ce projet n'aurait pas vu le jour : Nancy Julien. Peu d'étudiants gradués peuvent compter sur leur superviseure en tant qu'amie. C'est mon cas et cela a contribué à faire de ma maîtrise une expérience stimulante sur les plans académique et intellectuel, mais surtout, humain. Dix mille mercis Nancy pour ton sens critique qui me pousse à me dépasser, tes commentaires pertinents et ton constant souci de mon bien-être.

Merci à Serge Marchand, mon co-directeur qui, avec son enthousiasme infaillible, m'a motivée de plusieurs façons. Il est aussi titulaire de la chaire conjointe de recherche sur la douleur UQAT-UdeS et a donc permis le financement du projet à tous les niveaux. Je n'oublierai jamais nos « cafés » au salon des professeurs du CHUS.

Je ne pourrai jamais assez remercier Philippe Goffaux pour son support indéfectible et sa bonne humeur contagieuse. Il m'a insufflé son énergie quand la mienne était à sec, m'a donné de judicieux conseils et m'a énormément aidée pour l'analyse statistique des données du projet, ce pour quoi je lui suis éternellement redevable.

Merci à Serge Daigle pour son support technique, mais plus encore pour sa gentillesse. Merci de m'avoir demandé pratiquement tous les jours si j'avais besoin de quoi que ce soit et de m'envoyer chez moi quand je travaillais trop tard.

Tous les participants qui ont franchi le pas du laboratoire. Bien qu'ils aient une connaissance limitée des « épreuves » qu'ils allaient subir, ils témoignaient tous d'une curiosité par rapport au corps humain et la recherche en général. Merci à vous tous.

Je tiens aussi à remercier Daniel Thomas, professeur à l'UQAT, qui m'a généreusement conseillé sur l'art de la rédaction d'un questionnaire et qui m'a offert les premiers encouragements concernant la mise en forme du fichier SPSS.

Merci à mes collègues et amis Sylvie L'Heureux et Jacques Bernier qui ont participé au projet et m'ont conseillée dans les moments critiques.

Merci à des personnes qui m'ont généreusement aidée à recruter mes participants : René Mercure, Charline Larivière, Alexis Larivière, Ginette Roby et Louis Paré.

Finalement, merci à ma famille qui m'a aidée à décrocher à plusieurs reprises en allant dans les bois en raquettes ou en ski de fond. Leur fierté est évidente et cela m'encourage à continuer à aller toujours plus loin.

## RÉFÉRENCES

- Adler, G. et Nacimiento, A. C. (1988). Age-dependent changes of short-latency somatosensory evoked potentials in healthy individuals. *Applied neurophysiology*, 51, 55-59.
- Amenta, F., Zaccheo, D. et Collier, W. L. (1991). Neurotransmitters, neuroreceptors and aging. *Mechanisms of ageing and development*, 61, 249-273.
- An, X., Bandler, R., Öngür, D. et Price, J. L. (1998). Prefrontal cortical projections to longitudinal columns in the midbrain periaqueductal gray in macaque monkeys. *The journal of comparative neurology*, 401, 455-479.
- Besson, J.-M., Guilbaud, G., Abdelmoumene, M. et Chaouch, A. (1982). Physiologie de la nociception. *Journal de physiologie*, 78, 7-107.
- Bonica, J. J. et Loeser, J. D. (2001). History of pain concepts and therapies. Dans J. D. Loeser (Dir.), *Bonica's management of pain* (3<sup>ème</sup> éd.), pp. 3-16. Philadelphia : Lippincott, Williams & Wilkins.
- Bouix, O., Najimi, A. et Orsetti, A. (1997). Mise en jeu et rôles physiologiques des peptides opioïdes endogènes dans l'adaptation à l'exercice physique. *Science & sports*, 12, 26-40.
- Bouhassira, D., Danziger, N., Atta, N. et Guirimand, F. (2003). Comparison of the pain suppressive effects of clinical and experimental painful conditioning stimuli. *Brain*, 126, 1068-1078.
- Bouhassira, D., Gall, O., Chitour, D. et Le Bars, D. (1995). Dorsal horn convergent neurones: negative feedback triggered by spatial summation of nociceptive afferents. *Pain*, 62, 195-200.
- Byers, M. R. et Bonica, J. J. (2001). Peripheral pain mechanisms and nociceptor plasticity. Dans J. D. Loeser (Dir.), *Bonica's management of pain* (3<sup>ème</sup> éd.), pp. 26-72. Philadelphia : Lippincott, Williams & Wilkins.
- Casale, G., Perorini, M., Cuzzoni, G. et De Nicola, P. (1985). Beta-endorphin and cold pressor test in the aged. *Gerontology*, 31, 101-105.
- Chakour, M. C., Gibson, S. J., Bradbeer, M. et Helme, R. D. (1996). The effect of age on A $\delta$ - and C-fibre thermal pain perception. *Pain*, 64, 143-152.
- Charest, J., Chenard, J.-R., Lavignolle, B. et Marchand, S. (1996). *Lombalgie – École interactionnelle du dos*. Paris : Masson.
- Charron, J., Rainville, P. et Marchand, S. (2005). Direct comparison of placebo effects on clinical and experimental pain. *Clinical journal of pain*, sous presse.
- Chibnall, J. T. et Tait, R. C. (2001). Pain assessment in cognitively impaired and unimpaired older adults: a comparison of four scales. *Pain*, 92, 173-186.

Clark, W. C. et Mehl, L. (1971). Thermal pain : a sensory decision theory analysis of the effect of age and sex on d', various response criteria, and 50% pain threshold. *Journal of Abnormal Psychology*, 78, 202-212.

Conseil canadien de développement social pour la Division du vieillissement et des aînés, Santé Canada (1998). *Les personnes âgées au Canada aujourd'hui*. [En ligne] Accès par Internet :

<http://www.hc-sc.gc.ca/seniorsaines/pubs/poster/seniors/page3f.htm>.

Crook, J., Rideout, E. et Brown, G. (1984). The prevalence of pain complaints in a general population. *Pain*, 18, 299-314.

Cutler, R. B., Fishbain, D. A., Rosomoff, R. S. et Rosomoff, H. L. (1994). Outcomes in treatment of pain in geriatric and younger age groups. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 75, 457-464.

de Broucker, T., Cesaro, P., Willer, J. C. et Le Bars, D. (1990). Diffuse noxious inhibitory controls in man: involvement of the spinothalamic tract. *Brain*, 113, 1223-1234.

Devor, M. (1991). Chronic pain in the aged: possible relation between neurogenesis, involution and pathophysiology in adult sensory ganglia. *Journal of basic and clinical physiology and pharmacology*, 2, 1-15.

Dickenson, A. H., Le Bars, D. et Besson, J.-M. (1980). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC): effects on trigeminal nucleus caudalis neurones in the rat. *Brain research*, 200, 293-305.

Edwards, R. R. et Fillingim, R. B. (2001a). Age-associated differences in responses to noxious stimuli. *The Journals of Gerontology (Series A: Biological sciences and medical sciences)*, 56A, M180.

Edwards, R. R. et Fillingim, R. B. (2001b). Effects of age on temporal summation and habituation of thermal pain: clinical relevance in healthy older and younger adults. *The Journal of Pain*, 6, 307-317.

Edwards, R. R., Fillingim, R. B. et Ness, T. J. (2003a). Age-related differences in endogenous pain modulation: a comparison of diffuse noxious inhibitory controls in healthy older and younger adults. *Pain*, 101, 155-165.

Edwards, R. R., Ness, T. J., Weigent, D. A. et Fillingim, R. B. (2003b). Individual differences in diffuse noxious inhibitory controls (DNIC): association with clinical variables. *Pain*, 106, 427-437.

Fields, H. L. (1987). Central nervous system mechanisms for control of pain transmission. Dans H. L. Fields (Dir.), *Pain*, pp. 99-131. New York : McGraw-Hill.

Finniss, D. G. et Benedetti, F. (2005). Mechanisms of the placebo response and their impact on clinical trials and clinical practice. *Pain*, 114, 3-6.

- Folstein, M., Folstein, S. et McCugh, P. (1980). Mini-Mental State Examination : a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 381-384.
- Foreman, R. D. et Blair, R. W. (2003). Neural mechanisms of cardiac pain. Dans M. B. Max et J. Lynn (Dir.), *Symptom research: methods and opportunities*, chapitre 25. [Livre en ligne]. Accès par Internet : Site d'accueil : <http://symptomresearch.nih.gov/>
- France, C. R. et Suchowiecki, S. (1999). A comparison of diffuse noxious inhibitory controls in men and women. *Pain*, 81, 77-84.
- Gagliese, L. et Melzack, R. (1999). Age differences in the response to the formalin test in rats. *Neurobiology of aging*, 20, 699-707.
- Gagliese, L. et Melzack, R. (2000). Age differences in nociception and pain behaviours in the rat. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 24, 843-854.
- Gauthier, H., Jean, S., Langis, G., Nobert, Y. et Rochon, M. (2004). *Vie des générations et personnes âgées : aujourd'hui et demain, volume 1*. Institut de la statistique du Québec.
- Gerhart, K. D., Yeziarski, R. P., Giesler, G. J. et Willis, W. D. (1981). Inhibitory receptive fields of primate spinothalamic tract cells. *Journal of neurophysiology*, 46, 1309-1325.
- Gibson, S. J. et Farrell, M. J. (2004). A review of age differences in the neurophysiology of nociception and the perceptual experience of pain. *Clinical journal of pain*, 20, 227-239.
- Gibson, S. J. et Helme, R. D. (1995). Age differences in pain perception and report : a review of physiological, psychological, laboratory and clinical studies. *Pain reviews*, 2, 111-137.
- Gibson, S. J. et Helme, R. D. (2000). Cognitive factors and the experience of pain and suffering in older persons. *Pain*, 85, 375-383.
- Gibson, S. J. et Helme, R. D. (2001). Age-related differences in pain perception and report. *Clinics in geriatric medicine*, 17, 433-456.
- Gibson, S. J., Katz, B., Corran, T. M., Farrell, M. J. et Helme, R. D. (1994). Pain in older persons. *Disability and Rehabilitation*, 16, 127-139.
- Goffaux, P., Redmond, W. J., Leclerc, E., et Marchand, S. (2005, mai). Expectancy-mediated modulation of endogenous pain control: spinal and cortical markers. Actes du congrès annuel de la Société canadienne de la douleur (Halifax, 2005). *Pain research and management*, 10, 91.
- Goicoechea, C., Ormazabal, M. J., Alfaro, M. J. et Martin, M. I. (1997). Age-related changes in nociception, behavior, and monoamine levels in rats. *General pharmacology*, 28, 331-336.

- Guilbaud, G. et Besson, J.-M. (1997). Physiologie du circuit de la douleur. Dans L. Brasseur, M. Chauvin et G. Guilbaud (Dir.), *Douleurs, bases fondamentales, pharmacologie, douleurs aiguës, douleurs chroniques, thérapeutiques*, pp. 91-100. Paris : Maloine.
- Hamn, R. J. et Knisely, J. S. (1985). Environmentally induced analgesia : an age-related decline in an endogenous opioid system. *Journal of gerontology*, 40, 268-274.
- Hamn, R. J. et Knisely, J. S. (1986). Environmentally induced analgesia : age-related decline in a neurally mediated, nonopioid system. *Psychology and Aging*, 1, 195-201.
- Harkins, S. W. (1988). Pain in the elderly. Dans R. Dubner, G. F. Gebhart et M. R. Bond (Dir.), *Proceedings of the Vth World Congress on Pain*, pp. 355-367. New York: Elsevier Science Publishers B.V.
- Harkins, S. W. (1996). Geriatric pain: pain perceptions in the old. *Clinics in geriatric medicine*, 12, 435-459.
- Harkins, S. W. et Chapman, C. R. (1976). Detection and decision factors in pain perception in young and elderly men. *Pain*, 2, 253-264.
- Harkins, S. W. et Chapman, C. R. (1977). The perception of induced dental pain in young and elderly women. *Journal of gerontology*, 32, 428-435.
- Harkins, S. W., Kwentus, J. et Price, D. D. (1990). Pain and suffering in the elderly. Dans J. J. Bonica (Dir.), *The management of pain*, pp. 552-559. Philadelphie : Lea and Febiger.
- Harkins, S. W., Price, D. D. et Martelli, M. (1986). Effects of age on pain perception : thermonociception. *Journal of Gerontology*, 41, 58-63.
- Helme, R. D. et Gibson, S. J. (2001). The epidemiology of pain in elderly people. *Clinics in geriatric medicine*, 17, 417-431.
- Helme, R. D., Meliala, A. et Gibson, S. J. (2004). Methodologic factors which contribute to variations in experimental pain threshold reported for older people. *Neuroscience letters*, 361, 144-146.
- Herr, K. A. et Mobily, P. R. (1993). Comparison of selected pain assessment tools for use with the elderly. *Applied nursing research*, 6, 39-46.
- IASP, Sous-comité sur la taxonomie (1979). Pain terms : a list with definitions and notes on usage. *Pain*, 6, 249-252.
- Institut de la statistique Québec. *Premier bilan des nouvelles perspectives démographiques du Québec, 2001-2051*. [En ligne] Accès par Internet : <http://www.stat.gouv.qc.ca/salle-presse/communiq/2004/fevrier/fev0402a.htm>
- Jessel, T. M. et Kelly, D. D. (1991). Pain and analgesia. Dans E. R. Kandel, J. J. Schwartz et T. M. Jessel (Dir.), *Principles of neural science* (3<sup>ème</sup> éd.), pp. 385-399. Norwalk : Appleton & Lange.

- Kakigi, R. (1994). Diffuse noxious inhibitory control. Reappraisal by pain-related somatosensory evoked potentials following CO<sub>2</sub> laser stimulation. *Journal of the neurological sciences*, 125, 198-205.
- Kandel, E. (2000). Nerve cells and behavior. Dans R. E. Kandel, J. H. Schwartz et T. M. Jessell (Dir.), *Principles of neural sciences* (4<sup>e</sup> éd.), pp. 19-35. New York : McGraw-Hill.
- Kendig, H., Browning, C. J. et Young, A. E. (2000). Impacts of illness and disability on the well-being of older people. *Disability and Rehabilitation*, 22, 15-22.
- Kennedy, G. J., Kelman, H. R. et Thomas, C. (1990). The emergence of depressive symptoms in late life: the importance of declining health and increasing disability. *Journal of community health*, 15, 93-104.
- Kenshalo, D. R. (1986). Somesthetic sensitivity in young and elderly humans. *Journal of gerontology*, 41, 732-742.
- Ko, M. L., King, M. A., Gordon, T. L. et Crisp, T. (1997). The effects of aging on spinal neurochemistry in the rat. *Brain research bulletin*, 42, 95-98.
- Lautenbacher, S., Kunz, M., Strate, P., Nielsen, J. et Arendt-Nielsen, L. (2005). Age effects on pain thresholds, temporal summation and spatial summation of heat and pressure pain. *Pain*, 115, 410-418.
- Le Bars, D., Dickenson, A. H. et Besson, J. M. (1979a). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). I. Effects on dorsal horn convergent neurones in the rat. *Pain*, 6, 283-304.
- Le Bars, D., Dickenson, A. H. et Besson, J. M. (1979b). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC). II. Lack of effect on non-convergent neurones, supraspinal involvement and theoretical implications. *Pain*, 6, 305-327.
- Le Bars, D., Villanueva, L. et Chitour, D. (1997). Les mécanismes physiologiques de contrôle de la douleur. Dans L. Brasseur, M. Chauvin et G. Guilbaud (Dirs.), *Douleurs, bases fondamentales, pharmacologie, douleurs aiguës, douleurs chroniques, thérapeutiques*, pp. 23-37. Paris : Maloine.
- Le Bars, D. et Willer, J. C. (2004). Physiologie de la douleur. *EMC-Anesthésie-Réanimation*, 1, 227-266.
- Manning, E. L. et Fillingim, R. B. (2002). The influence of athletic status and gender on experimental pain responses. *The journal of pain*, 3, 421-428.
- Marchand, S. (1998). *Le Phénomène de la douleur*. Montréal : Les Éditions de la Chenelière inc.
- Marchand, S. et Arsenault, P. (2002a). Spatial summation for pain perception: interaction of inhibitory and excitatory mechanisms. *Pain*, 95, 201-206.
- Marchand, S. et Arsenault, P. (2002b). Odors modulate pain perception: a gender-specific effect. *Physiology and behavior*, 76, 251-256.

- Marchand, S., Bushnell, M. C., Molina-Negro, P., Martinez, S. N. et Duncan, G. H. (1991). The effects of dorsal column stimulation on measures of clinical and experimental pain in man. *Pain*, 45, 249-257.
- McDowell, I., Kristjansson, B., Hill, G. B. et Hébert, R. (1997). Community screening for dementia: the Mini Mental State Exam (MMSE) and Modified Mini-Mental Exam (3MS) compared. *Journal of Clinical Epidemiology*, 50, 377-383.
- McDowell, I. et Newell, C. (1996). *Measuring Health* (2<sup>ème</sup> éd.) (pp. 314-323). New York: Oxford University Press.
- Melding, P. S. (1991). Is there such a thing as geriatric pain. *Pain*, 46, 119-121.
- Melzack, R. et Wall, P. D. (1965). Pain mechanisms : a new theory. *Science*, 150, 971-979.
- MerckSource. (2005). [En ligne] Accès par Internet : <http://www.mercksource.com/pp/us/cns/>
- Mitchell, L. A., MacDonald, R. A. R. et Brodie, E. E. (2004). Temperature and the cold pressor test. *The journal of pain*, 5, 233-238.
- Moldofsky, H. et Scarisbrick, P. (1976). Induction of neurasthenic musculoskeletal pain syndrome by selective sleep stage deprivation. *Psychosomatic medicine*, 38, 35-44.
- Montgomery, G. H. et Kirsch, I. (1997). Classical conditioning and the placebo effect. *Pain*, 72, 107-113.
- Morin, C. et Bushnell, M. C. (1998). Temporal and qualitative properties of cold pain and heat pain: a psychophysical study. *Pain*, 74, 67-73.
- Pickering, G., Jourdan, D., Eschaliér, A. et Dubray, C. (2002). Impact of age, gender and cognitive functioning on pain perception. *Gerontology*, 48, 112-118.
- Price, D. D. (1999). Brain processing of pain. Dans D. D. Price (Dir.), *Psychological mechanisms of pain and analgesia*. Progress in pain research and management, vol. 15, pp. 97-135. Seattle: IASP Press.
- Price, D. D. et Harkins, S. W. (1992). Psychophysical approaches to pain measurement and assessment. Dans D. C. Turk et R. Melzack (Dir.), *Handbook of pain assessment*, pp. 111-134. New York: Guilford Press.
- Price, D. D., McGrath, P. A., Rafii, A. et Buckingham, B. (1983). The validation of visual analogue scale as ratio scale measures for chronic experimental pain. *Pain*, 17, 45-56.
- Price, D. D., Milling, L. S., Kirsch, I., Duff, A., Montgomery, G. H. et Nicholls, S. S. (1999). An analysis of factors that contribute to the magnitude of placebo analgesia in an experimental paradigm. *Pain*, 83, 147-156.
- Procacci, P., Bozza, G., Buzzeli, G. et Della Corte, M. (1970). The cutaneous pricking pain threshold in old age. *Gerontologica clinica*, 12, 213-218.



- Reynolds, D. V. (1969). Surgery in the rat during electrical analgesia. *Science*, 164, 444-445.
- Rochon, M. (1994). Caractéristiques sociodémographiques des aînés du Québec et vieillissement de la population. Dans P. Caris et B. L. Mishara (Dir.), *L'avenir des aînés au Québec après l'an 2000*, pp. 227-287.
- Roy, R. et Thomas, M. (1986). A survey of chronic pain in an elderly population. *Journal of family practice - Canadian family physician*, 32, 513-516.
- Schaumburg, H. H., Spencer, P. S. et Ochoa, J. (1983). The aging human peripheral nervous system. Dans R. Katzman et R. Terry (Dir.), *The neurology of aging*, pp. 111-122. Philadelphie : F. A. Davis Company.
- Schludermann, E. et Zubek, J. P. (1962). Effect of age on pain sensitivity. *Perceptual and motor skill*, 14, 295-301.
- Scudds, R. J. et Ostbye, T. (2001). Pain and pain-related interference with function in older Canadians: the Canadian study of health and aging. *Disability and rehabilitation*, 23, 654-664.
- Segal, R. (2005, mai). Exercise program and cancer. Conférence présentée au congrès annuel de la Société canadienne de la douleur, Halifax, Canada.
- Statistique Canada. *Population projetée au 1er juillet pour les années 2001, 2006, 2011 et 2016*. [En ligne] Accès par Internet : [http://www.statcan.ca/francais/Pgdb/demo23a\\_f.htm](http://www.statcan.ca/francais/Pgdb/demo23a_f.htm)
- Staud, R., Robinson, M. E., Vierck Jr, C. J. et Price, D. D. (2003). Diffuse noxious inhibitory controls (DNIC) attenuate temporal summation of second pain in normal males but not in normal females or fibromyalgia patients. *Pain*, 101, 167-174.
- Strobel, G., Friedmann, B., Siebold, R. et Bartsch, P. (1999). Effect of severe exercise on plasma catecholamines in differently trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, 31, 560-565.
- Sullivan, M. L. (2004, octobre). *Cogito Ergo Ouch : Méditations sur la psychologie de la douleur et de l'incapacité*. Conférence présentée au congrès annuel de la Société québécoise de la douleur, Montréal, Canada.
- Talbot, J. D., Duncan, G. H. et Bushnell, M. C. (1989). Effects of diffuse noxious inhibitory controls (DNICs) on the sensory-discriminative dimension of pain perception. *Pain*, 36, 231-238.
- Talbot, J. D., Duncan, G. H., Bushnell, M. C. et Boyer, M. (1987). Diffuse noxious inhibitory controls (DNICs): psychophysical evidence in man for intersegmental suppression of noxious heat perception by cold pressor pain. *Pain*, 30, 221-232.
- Terman, G. W. et Bonica, J. J. (2001). Spinal mechanisms and their modulation. Dans J. D. Loeser (Dir.), *Bonica's management of pain* (3<sup>ème</sup> éd.), pp. 73-152. Philadelphia : Lippincott, Williams & Wilkins.

- Tracey, I., Ploghaus, A., Gati, J. S., Clare, S., Smith, S., Menon, R. S. et Matthews, P. M. (2002). Imaging attentional modulation of pain in the periaqueductal gray in humans. *The journal of neuroscience*, 22, 2748-2752.
- Turk, D. C. et Okifuji, A. (2001). Pain terms and taxonomies of pain. Dans J. D. Loeser (Dir.), *Bonica's management of pain* (3<sup>ème</sup> éd.), pp. 17-25. Philadelphia : Lippincott, Williams & Wilkins.
- Vase, L., Riley III, J. L. et Price, D. D. (2002). A comparison of placebo effects in clinical analgesic trials versus studies of placebo analgesia. *Pain*, 99, 443-452.
- Verhaak, P. F. M., Kerssens, J. J., Dekker, J., Sorbi, M. J. et Bensing, J. M. (1998). Prevalence of chronic benign pain disorder among adults: a review of the literature. *Pain*, 77, 231-239.
- Vézina, J., Cappeliez, P. et Landreville, P. (1995). Démographie. Dans J. Vézina, P. Cappeliez et P. Landreville (Dir.), *Psychologie gérontologique* (p. 1-31). Montréal : Ga tan Morin  diteur.
- Vibes, J. (2001a). Voies de la douleur. Dans J. Vibes (Dir.), *Guide de la douleur : Le syndrome douloureux chronique* (p. 25-48). Paris :  dition ESTEM.
- Vibes, J. (2001b). Systèmes de modulation. Dans J. Vibes (Dir.), *Guide de la douleur : Le syndrome douloureux chronique* (p. 49-60). Paris :  dition ESTEM.
- Vijayashankar, N. et Brody, H. (1979). A quantitative study of the pigmented neurons in the nuclei locus coeruleus and subcoeruleus in man as related to aging. *Journal of neuropathology and experimental neurology*, 38, 490-497.
- Wager, T. D. (2005). Expectations and anxiety as mediators of placebo effects in pain. *Pain*, 115, 225-226.
- Wager, T. D., Rilling, J. K., Smith, E. E., Sokolik, A., Casey, K. L., Davidson, R. J., Kosslyn, S. M., Rose, R. M. et Cohen, J. D. (2004). Placebo-induced changes in fMRI in the anticipation and experience of pain. *Science*, 303, 1162-1167.
- Wand-Tetley, J. I. (1956). Historical methods of counter-irritation. *Annals of physical medicine*, 3, 90-98.
- Washington, L. L., Gibson, S. J. et Helme, R. D. (2000). Age-related differences in the endogenous analgesic response to repeated cold water immersion in human volunteers. *Pain*, 89, 89-96.
- Watanabe, S., Kakigi, R., Hoshiyama, M., Kitamura, Y., Koyama, S. et Shimojo, M. (1996). Effect of noxious cooling of the skin on pain perception in man. *Journal of the neurological sciences*, 135, 68-73.
- Weiner, D. K., Rudy, T. E., Glick, R. M., Boston, J. R., Lieber, S. J., Morrow, L. A. et Taylor, S. (2003). Efficacy of percutaneous electrical nerve stimulation for the treatment of chronic low back pain in older adults. *Journal of the american geriatrics society*, 51, 599-608.

- Willer, J. C., Bouhassira, D. et Le Bars, D. (1995). Bases neurophysiologiques du phénomène de contre-irritation. *Encyclopédie Médico-Chirurgicale*, 17-003-G-10.
- Willer, J. C., De Broucker, T. et Le Bars, D. (1989). Encoding of nociceptive thermal stimuli by diffuse noxious inhibitory controls in humans. *Journal of neurophysiology*, 62, 1028-1038.
- Willer, J. C., Roby, A. et Le Bars, D. (1984). Psychophysical and electrophysiological approaches to the pain-relieving effects of heterotopic nociceptive stimuli. *Brain*, 107, 1095-1112.
- Willis, W. D. et Westlund, K. N. (1997). Neuroanatomy of the pain system and the pathways that modulate pain. *Journal of clinical neurophysiology*, 14, 2-31.
- Wolff, 1986. Behavioral measurement of human pain. Dans R. A. Sternbach (Dir.), *The psychology of pain* (2ème éd.), pp. 121-153. New York : Raven Press.
- Yehuda, S. et Carasso, R. L. (1997). A brief history of pain perception and pain tolerance in aging. Dans D. I. Mostofsky et J. Lomranz (Dir.) *Handbook of pain and aging*, pp. 19-35. New York : Plenum Press.
- Zouhal, H., Jacob, C., Rannou, F., Gratas-Delamarche, A., Bentue-Ferrer, D. et Del, P. (2001). Effect of training status on the sympathoadrenal activity during a supramaximal exercise in human. *The journal of sports medicine and physical fitness*, 41, 330-336.

APPENDICE A  
QUESTIONNAIRE SOCIODÉMOGRAPHIQUE

--	--	--



**Université du Québec  
en Abitibi-Témiscamingue**

445 boul. de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, CANADA, J9X 5E4  
tél: (819) 762-0971 Fax: (819) 797-4727

## QUESTIONNAIRE

### À lire avant de commencer :

- Les réponses à ces questions sont importantes puisqu'elles nous permettront d'analyser nos résultats d'une façon plus précise. Le temps de passation est d'environ 5 minutes.
- Tout ce que vous inscrirez est et demeurera anonyme et ce questionnaire n'est accessible qu'aux membres de l'équipe de recherche.
- Lorsqu'un choix se présente, s'il-vous-plaît, cochez la réponse qui convient le plus à votre situation.

### SECTION 1 – SANTÉ

Ces informations sont utiles car elles sont liées à la perception de la douleur.

1. Quelle est votre grandeur? \_\_\_\_\_ cm      *ou*      \_\_\_\_\_ pieds et \_\_\_\_\_ pouces

2. Combien pesez-vous (livre ou kg)? \_\_\_\_\_ livres      *ou*      \_\_\_\_\_ kg

3. Est-ce que vous fumez plus de 5 cigarettes par semaine?

☐ oui

☐ non

### SECTION 2 – SI VOUS ÊTES UNE FEMME

4. Prenez-vous la pilule?

☐ oui

☐ non

5. Suivez-vous un traitement hormonal en guise de traitement préventif pour la ménopause?

☐ oui

☐ non

6. Quelle est la date de début de votre dernier cycle menstruel (début des menstruations) ?

\_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
JJ MM AAAA

7. Au cours des six derniers mois, est-ce que vos cycles menstruels ont été réguliers ?

☐ oui

☐ non

### SECTION 3 – QUESTIONS DÉMOGRAPHIQUES (POUR TOUS)

8. Sexe

☐ F

☐ M

9. Date de naissance \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
JJ MM AAAA

10. Où êtes-vous né?

☐ Canada

☐ Autre pays Lequel? \_\_\_\_\_

11. Quel niveau de scolarité avez-vous complété?

- ☐ Doctorat (3-5 ans)
- ☐ Maîtrise (2 ans)
- ☐ Baccalauréat (3-4 ans)
- ☐ Cégep (2-3 ans)
- ☐ Secondaire (5 ans)
- ☐ Primaire (6 ans)

12. Nous avons besoin à des fins purement statistiques de renseignements sur les revenus de votre foyer. Vos réponses demeureront anonymes et seront traitées en toute confidentialité. Quelle catégorie décrit le mieux le revenu total de tous les membres de votre foyer avant impôts, l'an dernier (2003)?

- ☐ moins de 9 999 \$
- ☐ 10 000 – 19 999 \$
- ☐ 20 000 – 29 999 \$
- ☐ 30 000 – 39 999 \$
- ☐ 40 000 – 49 999 \$
- ☐ 50 000 – 74 999 \$
- ☐ 75 000 – 99 999 \$
- ☐ 100 000 \$ et plus

13. Combien de personnes dépendent de ce revenu (vous incluant)?

\_\_\_\_\_ personnes

14. Si vous étudiez et que vous n'habitez plus dans le foyer familial, quel est votre revenu annuel en comptant les prêts, les bourses et le soutien financier des parents?

- ☐ moins de 9 999 \$
- ☐ 10 000 – 19 999 \$
- ☐ 20 000 – 29 999 \$
- ☐ 30 000 – 39 999 \$
- ☐ 40 000 \$ et plus

***Merci de votre collaboration***



APPENDICE B  
FORMULAIRE DE CONSENTEMENT

445 boul. de l'Université, Rouyn-Noranda, QC, CANADA, J9X 5E4  
tél: (819) 762-0971 Fax: (819) 797-4727

[illegible]

### **Description globale de la recherche**

Cette étude nécessitera une rencontre d'environ 1h30 au Laboratoire de recherche sur la douleur de l'UQAT où différents tests seront effectués. Si vous acceptez de participer, voici ce qui va se passer :

- Les buts et procédure de cette étude vous seront ré-expliqués et le formulaire de consentement sera signé. Une copie vous sera remise.
- Le *Mini-Mental State Examination* sera administré à tous les participants avant de commencer la session expérimentale. Le temps de passation est de 5-10 minutes.
- Un questionnaire visant à recueillir des informations sur la santé et les caractéristiques démographiques des participants sera administré. Le temps de passation est de 5 minutes.
- *Mesure des seuils de perception, de douleur et de tolérance.* À l'aide d'un appareil dégageant de la chaleur que l'on appelle thermode, vos seuils de douleur et de tolérance seront évalués. Le seuil de douleur est le point critique où la chaleur se transforme en douleur et le seuil de tolérance est le point critique où vous ne pouvez plus tolérer cette douleur thermique. Vous évalueriez l'intensité et l'aspect désagréable de la douleur. Cette procédure sera répétée pendant le test d'immersion et immédiatement après.
- *Test d'immersion.* La main sera immergée dans un bassin rempli d'eau froide (environ 7°C) durant cinq minutes.
- La journée où vous participez à cette recherche, vous devez vous abstenir de consommer de l'alcool (restriction aussi pour la veille), de thé ou des boissons et des aliments contenant de la caféine. Vous ne devez pas sauter de repas.

### **Description des inconvénients et de la gêne à participer à cette recherche**

*Stimulation thermique et test d'immersion :* Cette procédure peut s'avérer désagréable et peut causer de la douleur et/ou de l'inconfort et/ou un rougissement temporaire de la peau. Cette procédure n'entraîne pas de dommages permanents ou de brûlures. Vous pouvez décider d'arrêter la procédure en tout temps.

### **Description des avantages à participer à cette étude**

Il n'y a pas de bénéfices directs pour vous dans la participation à cette étude. Votre participation ou votre refus n'aura aucune incidence sur votre relation présente et future avec les chercheurs. Par ailleurs, les informations acquises au cours de l'étude permettront l'acquisition de connaissances sur l'influence de l'avancement en âge sur les mécanismes endogènes de contrôle de la douleur et mèneront éventuellement à un meilleur traitement des douleurs chroniques.

### **Description des mesures et des engagements à la confidentialité**

Lors de la compilation des données et de leur analyse, votre confidentialité sera assurée par l'utilisation d'un numéro de sujet qui vous aura été assigné. Votre dossier sera révisé par les membres de l'équipe de recherche, identifiés précédemment. Advenant la

publication ou la présentation des résultats, en aucun temps votre identité ne sera dévoilée. La liste d'identification sera détruite en juin 2006.

### **Coûts et rémunération**

Votre participation à cette étude ne comporte aucun coût. Vous recevrez un montant de 25\$ pour votre participation à cette étude afin de vous indemniser pour le temps et le déplacement impliqués. Le paiement vous sera remis à la fin de la rencontre.

### **Commercialisation des résultats et/ou conflits d'intérêts**

Les résultats de la présente étude ne seront pas commercialisés. Les chercheurs ne sont pas en conflit d'intérêts.

### **Diffusion des résultats**

Les données recueillies au cours du présent projet seront utilisées dans le cadre de l'écriture d'articles scientifiques, d'un mémoire de maîtrise et de quelques présentations publiques (séminaires et présentation par affiche). La confidentialité des participants sera respectée en tout temps.

Si vous le désirez, nous serons heureux de vous faire parvenir un résumé des résultats de l'étude lorsqu'ils auront été analysés. Veuillez indiquer si vous désirez recevoir un résumé :

Oui \_\_\_\_\_ Non \_\_\_\_\_

Veuillez nous indiquer l'adresse à laquelle vous désirez recevoir ce résumé :

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

### **La participation à cette recherche est volontaire**

Votre participation à cette étude est entièrement volontaire et vous pouvez vous rétracter à tout moment sans qu'aucune modification ne soit apportée à la relation que vous avez avec les chercheurs en charge de l'étude.

Vous êtes encouragé à poser toutes les questions que vous pouvez avoir concernant cette étude et ses procédures et de vous assurer que vous avez toutes les informations nécessaires afin de décider si vous participez ou non à l'étude. S'il vous plaît, renseignez-vous auprès de l'équipe de recherche. Si vous avez d'autres questions au sujet de l'étude, que vous voulez faire part de vos commentaires ou discuter de la procédure, sentez-vous à l'aise de contacter les chercheurs du Laboratoire de recherche sur la douleur:

Marianne Larivière : 762-0971 poste 2454

Nancy Julien : 762-0971 poste 2591

### **Signatures**

\_\_\_\_\_  
Nom du participant (lettres moulées)

\_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Date

\_\_\_\_\_  
Nom du chercheur (lettres moulées)

\_\_\_\_\_  
Signature

\_\_\_\_\_  
Date

**Veuillez conserver une copie de ce formulaire pour vos dossiers.**

APPENDICE C  
TABLEAUX DES RÉSULTATS

Tableau 7

*Tests t pour comparer la différence entre les seuils de douleur thermique « avant-pendant », « avant-après » et « pendant-après » l'immersion, tout âge et toute température confondus*

	t	dl	Signification
Avant-Pendant	- 5.514	50	$p < 0.0001$
Avant-Après	- 1.075	54	$p = 0.287$
Pendant-Après	4.101	49	$p < 0.0001$

Tableau 9

*Tests t pour comparer les seuils de douleur thermique des jeunes adultes et des adultes d'âge mûr et personnes âgées (combinés) avant, pendant et après l'immersion de la main dans l'eau froide*

	t	dl	Signification
Avant	- 4.929	19	$p < 0.0001$
Pendant	- 2.537	12	$p = 0.026$
Après	- 2.757	14	$p = 0.015$

Tableau 11

*Tests t pour comparer la valeur des EVA de la perception thermique des jeunes adultes avec celles des adultes d'âge mûr et des personnes âgées (combinée)*

	t	dl	Signification
T1	3.916	19	p = 0.001
T2	3.304	19	p = 0.004
T3	1.844	19	p = 0.081
T4	2.588	19	p = 0.018

Tableau 12

*Analyses de variance pour les différentes températures, avant-pendant et avant-après*

		F	dl	Signification	Taille de l'effet
T1	Avant-Pendant	13.335	1	p = 0.001	0.184
	Avant-Après	12.398	1	p = 0.001	0.174
T2	Avant-Pendant	21.175	1	p < 0.0001	0.264
	Avant-Après	1.154	1	p = 0.287	0.019
T3	Avant-Pendant	25.138	1	p < 0.0001	0.299
	Avant-Après	4.977	1	p = 0.030	0.078
T4	Avant-Pendant	19.255	1	p < 0.0001	0.246
	Avant-Après	8.391	1	p = 0.005	0.125

Tableau 13

*Tests t pour l'intensité moyenne de la perception thermique, toutes températures confondues*

	t	dl	Signification
Avant-pendant	6.854	59	$p < 0.0001$
Pendant-après	- 4.335	59	$p < 0.0001$

Tableau 15

*Tests t pour l'intensité moyenne de la perception thermique*

	t	dl	Signification
T1 – T2	-8.882	59	$p < 0.0001$
T2 – T3	-13.938	59	$p < 0.0001$
T3 – T4	-14.550	59	$p < 0.0001$